

Hidetsugu SHIMURA, et al. Q76031
IMAGE FORMING APPARATUS..
Filing Date: July 17, 2003
Darryl Mexic 202-663-7909

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 8 9 4 7 4
Application Number:

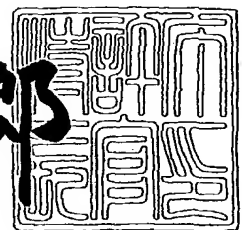
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 8 9 4 7 4]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



【書類名】 特許願
【整理番号】 J0100609
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G03G 15/00
【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 志村 英次

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100105980

【弁理士】

【氏名又は名称】 梁瀬 右司

【選任した代理人】

【識別番号】 100105935

【弁理士】

【氏名又は名称】 振角 正一

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-228754

【出願日】 平成14年 8月 6日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 054601

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0003737

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像形成装置および画像形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 その表面に静電潜像を担持可能に構成された像担持体と、
その表面にトナーを担持しながら所定の方向に回転することで前記像担持体との対向位置に前記トナーを搬送するトナー担持体と、

前記トナー担持体に所定の現像バイアスを印加して前記トナー担持体に担持されるトナーを前記像担持体に移動させることによって前記静電潜像をトナーにより顕像化してトナー像を形成する像形成手段と

を備え、ユーザの画像形成要求に応じて、該画像形成要求に対応するトナー像を形成する画像形成装置において、

トナー像の形成を終了してからの動作停止時間が所定の第 1 休止時間以上かつ前記第 1 休止時間より長い第 2 休止時間未満であるときに前記画像形成要求があったとき、該画像形成要求に応じてトナー像を形成するのに先立って、および、

前記動作停止時間が前記第 2 休止時間に達したときに、

パッチ画像としてのトナー像を形成するとともにそのパッチ画像の濃度を検出し、その検出結果に基づき画像濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御する最適化処理を実行することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】 前記最適化処理を実行する際に、前記パッチ画像を形成するのに先立って、前記トナー担持体が少なくとも 1 周以上回転するように構成されている請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 3】 その表面に静電潜像を担持可能に構成された像担持体と、
その表面にトナーを担持しながら所定の方向に回転することで前記像担持体との対向位置に前記トナーを搬送するトナー担持体と、

前記トナー担持体に所定の現像バイアスを印加して前記トナー担持体に担持されるトナーを前記像担持体に移動させることによって前記静電潜像をトナーにより顕像化してトナー像を形成する像形成手段と

を備え、ユーザの画像形成要求に応じて、該画像形成要求に対応するトナー像を形成する画像形成装置において、

トナー像の形成を終了してからの動作停止時間が所定の第3休止時間以上であるときに前記画像形成要求があったときには、該画像形成要求に応じてトナー像を形成するのに先立って、

前記トナー担持体を少なくとも1周以上回転させた後に、パッチ画像としてのトナー像を形成するとともにそのパッチ画像の濃度を検出し、その検出結果に基づき画像濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御する最適化処理を実行することを特徴とする画像形成装置。

【請求項4】 前記濃度制御因子は、前記現像バイアスを含んでいる請求項1ないし3のいずれかに記載の画像形成装置。

【請求項5】 前記像担持体の表面を光ビームで露光することにより前記像担持体表面に静電潜像を形成する露光手段をさらに備え、

前記濃度制御因子は、前記光ビームのエネルギー密度を含んでいる請求項1ないし4のいずれかに記載の画像形成装置。

【請求項6】 前記静電潜像が形成されるのに先立って、前記像担持体の表面を所定の表面電位に帯電させる帯電手段をさらに備え、

前記帯電手段による前記像担持体の帯電動作を停止した時から前記動作停止時間を起算する請求項1ないし5のいずれかに記載の画像形成装置。

【請求項7】 前記トナー担持体の回転方向において前記対向位置よりも上流側の規制位置で前記トナー担持体表面と当接することで、前記トナー担持体表面に担持されるトナー量を規制する規制手段をさらに備え、

前記トナー担持体と前記像担持体とを前記対向位置で対向させた状態では、前記規制位置が前記トナー担持体の回転中心よりも下方に位置するように構成された請求項1ないし6のいずれかに記載の画像形成装置。

【請求項8】 前記トナー担持体の回転方向において前記規制位置よりも上流側の剥離位置で前記トナー担持体表面と当接することで、前記トナー担持体表面に付着したトナーを剥離させる剥離手段をさらに備え、

前記トナー担持体と前記像担持体とを前記対向位置で対向させた状態では、前記剥離位置が前記規制位置よりも上方に位置するように構成された請求項7に記載の画像形成装置。

【請求項 9】 前記トナー担持体の表面が導電性を有する請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の画像形成装置。

【請求項 10】 定着オフセットを防止する離型材としてのワックス成分を含有する前記トナーを用いて前記トナー像を形成する請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の画像形成装置。

【請求項 11】 ユーザの画像形成要求に応じて、像担持体の表面に静電潜像を形成するとともに、その表面にトナーを担持しながら回転するトナー担持体に所定の現像バイアスを印加して前記トナー担持体に担持されるトナーを前記像担持体に移動させることによって前記静電潜像をトナーにより顕像化してトナー像を形成する画像形成方法において、

トナー像の形成を終了してからの動作停止時間が所定の第 1 休止時間以上かつ前記第 1 休止時間より長い第 2 休止時間未満であるときに前記画像形成要求があったとき、該画像形成要求に応じてトナー像を形成するのに先立って、および、前記動作停止時間が前記第 2 休止時間に達したときに、

パッチ画像としてのトナー像を形成するとともにその濃度を検出し、その検出結果に基づき画像濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御する最適化処理を実行することを特徴とする画像形成方法。

【請求項 12】 前記最適化処理を実行する際に、前記パッチ画像を形成するのに先立って、前記トナー担持体を少なくとも 1 周以上回転させる請求項 11 に記載の画像形成方法。

【請求項 13】 ユーザの画像形成要求に応じて、像担持体の表面に静電潜像を形成するとともに、その表面にトナーを担持しながら回転するトナー担持体に所定の現像バイアスを印加して前記トナー担持体に担持されるトナーを前記像担持体に移動させることによって前記静電潜像をトナーにより顕像化してトナー像を形成する画像形成方法において、

トナー像の形成を終了してからの動作停止時間が所定の第 3 休止時間以上であるときに前記画像形成要求があったときには、該画像形成要求に応じてトナー像を形成するのに先立って、

前記トナー担持体を少なくとも 1 周以上回転させ、その後に、

パッチ画像としてのトナー像を形成するとともにその濃度を検出し、その検出結果に基づき画像濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御する最適化処理を実行することを特徴とする画像形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、静電潜像が形成される像担持体と、トナーを担持するトナー担持体とを対向配置させた状態で前記トナー担持体に現像バイアスを印加して前記トナー担持体から前記像担持体にトナーを移動させて前記静電潜像を顕像化する画像形成装置および画像形成方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

電子写真技術を応用した複写機、プリンタ、ファクシミリ装置などの画像形成装置としては、像担持体とトナー担持体とが当接状態に保持された接触現像方式のものと、これらが離間した状態に保持された非接触現像方式のものとが知られている。このうち、接触現像方式の画像形成装置では、直流電圧もしくは直流電圧に交流電圧を重ねられた現像バイアスがトナー担持体に印加されており、その表面に担持されたトナーが像担持体上の静電潜像に接触した際、その表面電位に応じて一部が像担持体側に移動することによってトナー像が形成される。

【0 0 0 3】

また、非接触現像方式の画像形成装置では、現像バイアスとしての交番電圧がトナー担持体に印加されることで像担持体との間のギャップに交番電界が形成され、この交番電界の作用によりトナーが飛翔することでトナー像が形成される。

【0 0 0 4】

この種の装置では、装置の個体差、経時変化や、温湿度など装置の周囲環境の変化に起因してトナー像の画像濃度が異なることがある。そこで、従来より、画像濃度の安定化を図るための種々の技術が提案されている。このような技術としては、例えば像担持体上にテスト用の小画像（パッチ画像）を形成し、そのパッチ画像の濃度に基づいて、画像の濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化する

技術がある。この技術は、濃度制御因子を種々に変更設定しながら像担持体上に所定のパッチ画像を形成するとともに、像担持体の近傍に設置した濃度センサによりその画像濃度を検出し、その濃度が予め設定された目標濃度と一致するように濃度制御因子を調節することで、所望の画像濃度を得ようとするものである。

【0005】

例えば、特許文献1に記載の画像濃度制御技術では、(1)装置本体電源のオン時、(2)プロセスカートリッジもしくは現像カートリッジの交換時、(3)装置が長時間使用されていない状態で新たにプリント命令を受けた時および(4)所定の枚数がプリントされた時に、次の画像形成に先立って、所定のトナーパッチを形成し、その濃度に基づき濃度制御因子としての現像バイアスを変化させて画像濃度を制御している。

【0006】

【特許文献1】

特開2002-72584号公報(第4頁)

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

この種の画像形成装置では、電源のオフ状態、あるいは電源がオンであっても画像形成を行わない動作停止状態が長時間にわたり継続した場合、その後に行う画像形成動作において形成した画像に周期的な濃度ムラが生じる場合があることが知られている。このような濃度ムラは画像形成動作を何度か繰り返すことで次第に解消されるが、動作停止状態にある時間が長くなるとその解消に要する時間も長くなり、また画像品質が看過できない程度にまで低下する場合もある。

【0008】

特に、パッチ画像を形成して濃度制御因子の調節を行う従来技術の画像形成装置では、このような長時間の動作停止状態の後にパッチ画像の形成を行うと上記した濃度ムラによってパッチ画像の濃度が変動することがある。そのため、その濃度に基づく濃度制御因子の調節が精度よく行えず、その結果、安定した画像を形成することが難しいという問題があった。

【0009】

この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、動作停止状態が長時間にわたり継続することで現れる濃度ムラの発生を抑制し、画質の良好なトナー像を安定して形成することのできる画像形成装置および画像形成方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

この発明にかかる画像形成装置は、その表面に静電潜像を担持可能に構成された像担持体と、その表面にトナーを担持しながら所定の方向に回転することで前記像担持体との対向位置に前記トナーを搬送するトナー担持体と、前記トナー担持体に所定の現像バイアスを印加して前記トナー担持体に担持されるトナーを前記像担持体に移動させることによって前記静電潜像をトナーにより顕像化してトナー像を形成する像形成手段とを備え、ユーザの画像形成要求に応じて、該画像形成要求に対応するトナー像を形成する画像形成装置において、上記目的を達成するため、トナー像の形成を終了してからの動作停止時間が所定の第1休止時間以上かつ前記第1休止時間より長い第2休止時間未満であるときに前記画像形成要求があったとき、該画像形成要求に応じてトナー像を形成するのに先立って、および、前記動作停止時間が前記第2休止時間に達したときに、パッチ画像としてのトナー像を形成するとともにそのパッチ画像の濃度を検出し、その検出結果に基づき画像濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御する最適化処理を実行することを特徴としている。

【0011】

本願発明者は、動作停止状態が継続した後の画像形成動作において周期的な濃度ムラが現れる原因について、種々の実験の結果から次のような知見を得た。すなわち、このような濃度ムラは、トナー担持体の表面にトナーを付着させたまま長時間放置することによって次第にトナー担持体とトナーとの結合が強固となりトナーをトナー担持体から引き離すのにより大きな力が必要となること、および、停止した状態でのトナー担持体の表面状態は一様でなくその表面に接しているトナー密度が位置により異なるなど不均一な状態となっているため、上記したトナーとトナー担持体との結合の程度も不均一となっていることを主たる原因とし

て発生していることがわかった。

【0012】

このような濃度ムラの発生を抑えるため、この発明では、トナー像の形成を終了してからの動作停止時間が下記（１）または（２）のいずれかに該当する場合には、パッチ画像を形成してその画像濃度に基づき濃度制御因子の最適化処理を行うようにしている。

【0013】

（１）動作停止時間が所定の第１休止時間以上かつ前記第１休止時間より長い第２休止時間未満であるときに画像形成要求があったとき

この場合、先のトナー像の形成を終了してから第１休止時間以上が経過したことによって温湿度等の周囲環境が変化している可能性がある。そのため、濃度制御因子の最適化処理を行わず直ちに画像形成要求に応じたトナー像の形成を行うと、新たに形成された画像と先に形成された画像との間でその画像濃度が大きく異なることがある。また、新たに形成されたトナー像に上記した濃度ムラが現れている可能性もある。そこで、このような場合には、画像形成要求に基づくトナー像を形成するのに先立ってパッチ画像を形成し、濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御することによって、上記のように時間をおいて形成した画像間での濃度差や濃度ムラの発生を未然に防止し、画質の良好なトナー像を安定して形成することができる。

【0014】

（２）動作停止時間が第２休止時間に達したとき

一方、動作停止状態がさらに長く継続した場合、濃度ムラはさらに顕著となって画質が低下するとともに、その解消に要する時間も長くなる。これを防止するためには、動作停止状態がある程度の時間以上にわたって継続することがないようにする必要があり、たとえ長時間にわたってユーザからの画像形成要求がない状態が続いていても、装置は定期的にトナー像の形成を行っていることが望ましい。そこで、この発明では、動作停止時間が第１休止時間より長い第２休止時間に達したときには、パッチ画像を形成して濃度制御因子の最適化処理を行い、画像形成要求の有無にかかわらず、一定の時間、すなわち第２休止時間を超えて動

作停止状態が継続することがないようにしている。

【0015】

このように、この発明にかかる画像形成装置では、第2休止時間を超えて動作低状態が継続しないようにすることで画像の濃度ムラの発生を効果的に抑制している。しかも、動作停止時間がこの第2休止時間までには達しないものの、これより短い第1休止時間以上となっている場合には、濃度制御因子の最適化を行ったうえでユーザの要求に応じたトナー像の形成を行うようにしている。したがって、この画像形成装置では、動作停止状態が長時間継続することに起因する画像濃度の変化や濃度ムラが抑制されており、その結果、画質の良好なトナー像を安定して形成することができる。

【0016】

また、この画像形成装置では、前記最適化処理を実行する際には、前記パッチ画像を形成するのに先立って前記トナー担持体が少なくとも1周以上回転するように構成するのが望ましい。こうすることで以下のような作用効果が得られる。すなわち、上記したように、長期間にわたって動作停止状態が継続した場合トナー担持体上のトナーの状態は様でなく何らかの不均一性を有している。この発明では、この動作停止状態が継続する期間が第2休止時間を超えないようにすることで濃度ムラが発生するほどの不均一性が生じるのを防止しているが、画像濃度を制御するための指標となるパッチ画像にあってはこのような濃度ムラは可能な限り低く抑えるのが望ましい。そこで、パッチ画像形成に先立ってトナー担持体を少なくとも1周以上回転させるとトナー担持体上のトナーの不均一性は緩和されてより均一な状態に近くなる。そして、このように均一なトナーによりパッチ画像を形成することでその濃度ムラの発生を効果的に抑制することが可能となり、パッチ画像濃度に基づいて濃度制御因子を最適な状態に設定することができる。

【0017】

また、この発明にかかる画像形成装置は、その表面に静電潜像を担持可能に構成された像担持体と、その表面にトナーを担持しながら所定の方向に回転することで前記像担持体との対向位置に前記トナーを搬送するトナー担持体と、前記ト

ナー担持体に所定の現像バイアスを印加して前記トナー担持体に担持されるトナーを前記像担持体に移動させることによって前記静電潜像をトナーにより顕像化してトナー像を形成する像形成手段とを備え、ユーザの画像形成要求に応じて、該画像形成要求に対応するトナー像を形成する画像形成装置において、上記目的を達成するため、トナー像の形成を終了してからの動作停止時間が所定の第3休止時間以上であるときに前記画像形成要求があったときには、該画像形成要求に応じてトナー像を形成するのに先立って、前記トナー担持体を少なくとも1周以上回転させた後に、パッチ画像としてのトナー像を形成するとともにそのパッチ画像の濃度を検出し、その検出結果に基づき画像濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御する最適化処理を実行することを特徴としている。

【0018】

このように構成された発明では、所定の第3休止時間以上にわたって動作停止状態が継続した場合には、次の画像形成を行うのに先立って、トナー担持体の回転および濃度制御因子の最適化処理を実行する。すなわち、まずトナー担持体を回転させることでトナー担持体上のトナーの不均一性を緩和し、引き続いて濃度制御因子の最適化処理を実行することで濃度制御因子を最適な状態に設定する。そして、こうして最適化された状態で画像形成要求に対応するトナー像を形成するので、この画像形成装置では、濃度ムラが少なく画質の良好なトナー像を安定して形成することができる。

【0019】

なお、このような濃度制御因子としては例えば前記現像バイアスを用い、形成されたパッチ画像の濃度に基づき現像バイアスを最適化するようにしてもよい。

【0020】

また、前記像担持体の表面を光ビームで露光することにより前記像担持体表面に静電潜像を形成する露光手段をさらに備える場合には、前記濃度制御因子の1つとして前記光ビームのエネルギー密度を最適化するようにしてもよい。

【0021】

さらに、前記静電潜像が形成されるのに先立って、前記像担持体の表面を所定

の表面電位に帯電させる帯電手段をさらに備える場合には、例えば前記帯電手段による前記像担持体の帯電動作を停止した時から前記動作停止時間を起算することができる。

【0022】

また、本願発明者の実験によれば、上記した画像の濃度ムラは、特に次のような構成を有する装置において生じやすい：

1. 前記トナー担持体の回転方向において前記対向位置よりも上流側の規制位置で前記トナー担持体表面と当接することで、前記トナー担持体表面に担持されるトナー量を規制する規制手段をさらに備え、前記トナー担持体と前記像担持体とを前記対向位置で対向させた状態では、前記規制位置が前記トナー担持体の回転中心よりも下方に位置するように構成された画像形成装置；
2. 前記トナー担持体の回転方向において前記規制位置よりも上流側の剥離位置で前記トナー担持体表面と当接することで、前記トナー担持体表面に付着したトナーを剥離させる剥離手段をさらに備え、前記トナー担持体と前記像担持体とを前記対向位置で対向させた状態では、前記剥離位置が前記規制位置よりも上方に位置するように構成された上記1の画像形成装置；
3. 前記トナー担持体の表面が導電性を有する画像形成装置；および、
4. 定着オフセットを防止する離型材としてのワックス成分を含有する前記トナーを用いて前記トナー像を形成する画像形成装置。

【0023】

これらの画像形成装置では、トナー中の微粉成分（小粒径トナーやその他の粒径の小さな粒子）がトナー担持体の周囲に多く存在しており、トナー担持体表面に担持されるトナーの帯電性がこれらの微粉成分による影響を受けやすい。そして、この微粉成分の局在がトナー担持体表面のトナー層の不均一性をもたらし、その結果、画像の濃度ムラが生じる。

【0024】

そのため、これらの構成のいずれかを有する画像形成装置においては、上記のように、パッチ画像形成前に行うトナー担持体の回転動作の効果が特に顕著である。

【0025】

また、この発明にかかる画像形成方法は、ユーザの画像形成要求に応じて、像担持体の表面に静電潜像を形成するとともに、その表面にトナーを担持しながら回転するトナー担持体に所定の現像バイアスを印加して前記トナー担持体に担持されるトナーを前記像担持体に移動させることによって前記静電潜像をトナーにより顕像化してトナー像を形成する画像形成方法において、上記目的を達成するため、トナー像の形成を終了してからの動作停止時間が所定の第1休止時間以上かつ前記第1休止時間より長い第2休止時間未満であるときに前記画像形成要求があったとき、該画像形成要求に応じてトナー像を形成するのに先立って、および、前記動作停止時間が前記第2休止時間に達したときに、パッチ画像としてのトナー像を形成するとともにその濃度を検出し、その検出結果に基づき画像濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御する最適化処理を実行することを特徴としている。

【0026】

このように構成された画像形成方法では、上記装置と同様に、第2休止時間を超えて動作停止状態が継続しないようにすることで画像の濃度ムラの発生を効果的に抑制している。しかも、動作停止時間がこの第2休止時間までには達しないものの、これより短い第1休止時間以上となっている場合には、濃度制御因子の最適化を行ったうえでユーザの要求に応じたトナー像の形成を行うようにしている。こうすることで、動作停止状態が長時間継続することに起因する画像濃度の変化や濃度ムラが抑制され、その結果、この画像形成方法により、画質の良好なトナー像を安定して形成することができる。

【0027】

また、この画像形成方法においても、上記装置と同様に、前記最適化処理を実行する際に、前記パッチ画像を形成するのに先立って、前記トナー担持体を少なくとも1周以上回転させるのが好ましい。

【0028】

さらに、この発明にかかる画像形成方法は、ユーザの画像形成要求に応じて、像担持体の表面に静電潜像を形成するとともに、その表面にトナーを担持しながら

ら回転するトナー担持体に所定の現像バイアスを印加して前記トナー担持体に担持されるトナーを前記像担持体に移動させることによって前記静電潜像をトナーにより顕像化してトナー像を形成する画像形成方法において、上記目的を達成するため、トナー像の形成を終了してからの動作停止時間が所定の第3休止時間以上であるときに前記画像形成要求があったときには、該画像形成要求に応じてトナー像を形成するのに先立って、前記トナー担持体を少なくとも1周以上回転させ、その後に、パッチ画像としてのトナー像を形成するとともにその濃度を検出し、その検出結果に基づき画像濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御する最適化処理を実行することを特徴としている。

【0029】

このように構成された発明では、上記した装置と同様に、所定の第3休止時間以上にわたって動作停止状態が継続した場合には、次の画像形成を行うのに先立って、トナー担持体の回転および濃度制御因子の最適化処理をこの順番で実行する。そして、こうして濃度制御因子を最適化した状態で画像形成要求に対応するトナー像を形成するので、濃度ムラが少なく画質の良好なトナー像を安定して形成することができる。

【0030】

【発明の実施の形態】

(I) 装置の構成

図1は、この発明にかかる画像形成装置の一実施形態を示す図である。また、図2は図1の画像形成装置の電氣的構成を示すブロック図である。この画像形成装置は、イエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、ブラック（K）の4色のトナーを重ね合わせてフルカラー画像を形成したり、ブラック（K）のトナーのみを用いてモノクロ画像を形成する装置である。この画像形成装置では、ユーザからの画像形成要求に応じてホストコンピュータなどの外部装置から画像信号がメインコントローラ11に与えられると、このメインコントローラ11からの指令に応じて本発明の「像形成手段」として機能するエンジンコントローラ10がエンジン部EGの各部を制御してシートSに画像信号に対応する画像を形成する。

【0031】

このエンジン部EGでは、感光体2が図1の矢印方向D1に回転自在に設けられている。また、この感光体2の周りにその回転方向D1に沿って、帯電ユニット3、ロータリー現像ユニット4およびクリーニング部5がそれぞれ配置されている。帯電ユニット3は帯電制御部103から帯電バイアスが印加されており、感光体2の外周面を所定の表面電位に均一に帯電させる。このように、この実施形態では、帯電ユニット3が本発明の「帯電手段」として機能している。

【0032】

そして、この帯電ユニット3によって帯電された感光体2の外周面に向けて露光ユニット6から光ビームLが照射される。この露光ユニット6は、本発明の「露光手段」として機能するものであり、露光制御部102から与えられる制御指令に応じて光ビームLを感光体2上に露光して感光体2上に画像信号に対応する静電潜像を形成する。例えば、ホストコンピュータなどの外部装置よりインターフェース112を介してメインコントローラ11のCPU111に画像信号が与えられると、エンジンコントローラ10のCPU101が露光制御部102に対し所定のタイミングで画像信号に対応した制御信号を出力し、これに応じて露光ユニット6から光ビームLが感光体2上に照射されて、画像信号に対応する静電潜像が感光体2上に形成される。また、必要に応じて後述するパッチ画像を形成する場合には、予め設定された所定パターンのパッチ画像信号に対応した制御信号がCPU101から露光制御部102に与えられ、該パターンに対応する静電潜像が感光体2上に形成される。このように、この実施形態では、感光体2が本発明の「像担持体」として機能する。

【0033】

こうして形成された静電潜像は現像ユニット4によってトナー現像される。すなわち、この実施形態では、現像ユニット4は、軸中心に回転自在に設けられた支持フレーム40、図示を省略する回転駆動部、支持フレーム40に対して着脱自在に構成されてそれぞれの色のトナーを内蔵するイエロー用の現像器4Y、シアン用の現像器4C、マゼンタ用の現像器4M、およびブラック用の現像器4Kを備えている。この現像ユニット4は、図2に示すように、現像器制御部104

により制御されている。そして、この現像器制御部 104 からの制御指令に基づいて、現像ユニット 4 が回転駆動されるとともにこれらの現像器 4 Y、4 C、4 M、4 K が選択的に感光体 2 と対向する所定の現像位置に位置決めされて、選択された色のトナーを感光体 2 の表面に付与する。これによって、感光体 2 上の静電潜像が選択トナー色で顕像化される。なお、図 1 は、イエロー用の現像器 4 Y が現像位置に位置決めされた状態を示している。

【0034】

これらの現像器 4 Y、4 C、4 M、4 K はいずれも同一構造を有している。したがって、ここでは、現像器 4 K の構成について図 3 を参照しながらさらに詳しく説明するが、その他の現像器 4 Y、4 C、4 M についてもその構造および機能は同じである。図 3 は、この画像形成装置の現像器を示す断面図である。この現像器 4 K では、その内部にトナー T を収容するハウジング 4 1 に供給ローラ 4 3 および現像ローラ 4 4 が軸着されており、当該現像器 4 K が上記した現像位置に位置決めされると、本発明の「トナー担持体」として機能する現像ローラ 4 4 が感光体 2 と当接してまたは所定のギャップを隔てて対向位置決めされるとともに、これらのローラ 4 3、4 4 が本体側に設けられた回転駆動部（図示省略）と係合されて所定の方向に回転する。この現像ローラ 4 4 は、鉄、銅、アルミニウム等の金属またはステンレス等の合金により円筒状に形成されており、後述する現像バイアスを印加されている。そして、2 つのローラ 4 3、4 4 が接触しながら回転することでブラックトナーが現像ローラ 4 4 の表面に擦り付けられて所定厚みのトナー層が現像ローラ 4 4 表面に形成される。

【0035】

また、この現像器 4 K では、現像ローラ 4 4 の表面に形成されるトナー層の厚みを所定厚みに規制するための規制ブレード 4 5 が配置されている。この規制ブレード 4 5 は、ステンレスやリン青銅などの板状部材 4 5 1 と、板状部材 4 5 1 の先端部に取り付けられたゴムや樹脂部材などの弾性部材 4 5 2 とで構成されている。この板状部材 4 5 1 の後端部はハウジング 4 1 に固着されており、現像ローラ 4 4 の回転方向 D3 において、板状部材 4 5 1 の先端部に取り付けられた弾性部材 4 5 2 が板状部材 4 5 1 の後端部よりも上流側に位置するように配設され

ている。そして、その弾性部材 452 が現像ローラ 44 表面に弾性的に当接して現像ローラ 44 の表面に形成されるトナー層を最終的に所定の厚みに規制する。

【0036】

さらに、現像ローラ 44 上方のハウジング 41 の端部には、ハウジング 41 内のトナーが現像器外部へ漏れ出すのを防ぐためのシール部材 46 が設けられている。このシール部材 46 は、例えば樹脂または金属などの弾性材で薄板状に形成されており、その一方端部はハウジング 41 に固着される一方、他方端部は現像ローラ 44 表面に対し弾性的に当接されている。そのため、現像ローラ 44 に担持されたまま現像ローラ 44 上部まで移送されてきたトナーは、このシール部材 46 との当接部を通過して再びハウジング 41 内へ案内される。そして、図 3 に示す方向 D4 に回転する供給ローラ 43 との摩擦により、現像に使われなかったトナーが現像ローラ 44 表面から掻き落とされるとともに、現像器内の新しいトナーが現像ローラ 44 表面に供給される。

【0037】

以上のように、この実施形態では、規制ブレード 45 が本発明の「規制手段」として機能する一方、供給ローラ 43 が本発明の「剥離手段」として機能している。また、このように構成された現像器 4K が現像位置に配置された状態では、図 3 に示すように、規制ブレード 45 が現像ローラ 44 の下方に配置されることとなる。また、供給ローラ 43 による現像ローラ 44 からのトナーの剥離が行われる位置（剥離位置）は、現像ローラ 44 の回転方向 D3 において現像ローラ 44 と規制ブレード 45 との当接位置（規制位置）よりも上流側で、しかも、この規制位置よりも上方に位置することとなる。

【0038】

なお、現像ローラ 44 表面のトナー層を構成する各トナー粒子は、供給ローラ 43、規制ブレード 45 と摩擦されたことによって帯電しており、ここではトナーが負に帯電するものとして以下説明するが、装置各部の電位を適宜変更することで正に帯電するトナーも使用可能である。

【0039】

このようにして現像ローラ 44 の表面に形成されたトナー層は、現像ローラ 4

4の回転によって順次、その表面に静電潜像が形成されている感光体2との対向位置に搬送される。そして、現像器制御部104からの現像バイアスが現像ローラ44に印加されると、現像ローラ44上に担持されたトナーは、感光体2の表面各部にその表面電位に応じて部分的に付着し、こうして感光体2上の静電潜像が当該トナー色のトナー像として顕像化される。

【0040】

現像ローラ44に与える現像バイアスとしては、直流電圧、もしくは直流電圧に交流電圧を重畳したものをを用いることができるが、特に感光体2と現像ローラ44とを離間配置し、両者の間でトナーを飛翔させることでトナー現像を行う非接触現像方式の画像形成装置では、効率よくトナーを飛翔させるために直流電圧に対して正弦波、三角波、矩形波等の交流電圧を重畳した電圧波形とすることが好ましい。このような直流電圧の大きさおよび交流電圧の振幅、周波数、デューティ比等については任意であるが、以下、本明細書においては、現像バイアスが交流成分を有すると否とにかかわらず、その直流成分（平均値）を直流現像バイアス V_{avg} と称することとする。

【0041】

ここで、非接触現像方式の画像形成装置における上記現像バイアスとして好ましいものの一例を示す。例えば、現像バイアスの波形は直流電圧に矩形波交流電圧を重畳したものであり、その矩形波の周波数は3kHz、振幅 V_{pp} は1400Vである。また、後述するように、本実施形態では現像バイアス V_{avg} を濃度制御因子の1つとして変更可能としているが、その可変範囲としては、画像濃度への影響や感光体2の特性ばらつき等を考慮して、例えば(-110)V～(-330)Vとすることができる。なお、これらの数値等は上記に限定されず、装置構成に応じて適宜変更されるべきものである。

【0042】

また、図2に示すように、各現像器4Y、4C、4M、4Kには該現像器の製造ロットや使用履歴、内蔵トナーの特性などに関するデータを記憶するメモリ91～94がそれぞれ設けられている。さらに、各現像器4Y、4C、4M、4Kにはコネクタ49Y、49C、49M、49Kがそれぞれ設けられている。そし

て、必要に応じて、これらが選択的に本体側に設けられたコネクタ 108 と接続され、インターフェース 105 を介して CPU 101 と各メモリ 91 ~ 94 との間でデータの送受を行って該現像器に関する消耗品管理等の各種情報の管理を行っている。なお、この実施形態では本体側コネクタ 108 と各現像器側のコネクタ 49 Y 等とが機械的に嵌合することで相互にデータ送受を行っているが、例えば無線通信等の電磁的手段を用いて非接触にてデータ送受を行うようにしてもよい。また、各現像器 4 Y、4 C、4 M、4 K に固有のデータを記憶するメモリ 91 ~ 94 は、電源オフ状態や該現像器が本体から取り外された状態でもそのデータを保存できる不揮発性メモリであることが望ましく、このような不揮発性メモリとしては例えばフラッシュメモリや強誘電体メモリ、EEPROMなどを用いることができる。

【0043】

図 1 に戻って、装置構成の説明を続ける。上記のようにして現像ユニット 4 で現像されたトナー像は、一次転写領域 TR1 で転写ユニット 7 の中間転写ベルト 71 上に一次転写される。転写ユニット 7 は、複数のローラ 72 ~ 75 に掛け渡された中間転写ベルト 71 と、ローラ 73 を回転駆動することで中間転写ベルト 71 を所定の回転方向 D2 に回転させる駆動部（図示省略）とを備えている。さらに、中間転写ベルト 71 を挟んでローラ 73 と対向する位置には、該ベルト 71 表面に対して不図示の電磁クラッチにより当接・離間移動可能に構成された二次転写ローラ 78 が設けられている。そして、カラー画像をシート S に転写する場合には、感光体 2 上に形成される各色のトナー像を中間転写ベルト 71 上に重ね合わせてカラー画像を形成するとともに、カセット 8 から取り出されて中間転写ベルト 71 と二次転写ローラ 78 との間の二次転写領域 TR2 に搬送されてくるシート S 上にカラー画像を二次転写する。また、こうしてカラー画像が形成されたシート S は定着ユニット 9 を経由して装置本体の上面部に設けられた排出トレイ部に搬送される。

【0044】

なお、中間転写ベルト 71 へトナー像を一次転写した後の感光体 2 は、不図示の除電手段によりその表面電位がリセットされ、さらに、その表面に残留したト

ナーがクリーニング部 5 により除去された後、帯電ユニット 3 により次の帯電を受ける。

【0045】

そして、引き続いてさらに画像を形成する必要がある場合には上記動作を繰り返して必要枚数の画像を形成して一連の画像形成動作を終了し、新たな画像信号が与えられるまで装置は待機状態となるが、この装置では、待機状態での電力消費を抑制するためその動作を停止状態に移行させる。すなわち、感光体 2、現像ローラ 44 および中間転写ベルト 71 等の回転駆動を停止するとともに、現像ローラ 44 への現像バイアスおよび帯電ユニット 3 への帯電バイアスの印加を停止することにより、装置は動作停止状態となる。

【0046】

また、ローラ 75 の近傍には、クリーナ 76、濃度センサ 60 および垂直同期センサ 77 が配置されている。これらのうち、クリーナ 76 は図示を省略する電磁クラッチによってローラ 75 に対して近接・離間移動可能となっている。そして、ローラ 75 側に移動した状態でクリーナ 76 のブレードがローラ 75 に掛け渡された中間転写ベルト 71 の表面に当接し、二次転写後に中間転写ベルト 71 の外周面に残留付着しているトナーを除去する。また、垂直同期センサ 77 は、中間転写ベルト 71 の基準位置を検出するためのセンサであり、中間転写ベルト 71 の回転駆動に関連して出力される同期信号、つまり垂直同期信号 V syncを得るための垂直同期センサとして機能する。そして、この装置では、各部の動作タイミングを揃えとともに各色で形成されるトナー像を正確に重ね合わせるために、装置各部の動作はこの垂直同期信号 V syncに基づいて制御される。さらに、濃度センサ 60 は中間転写ベルト 71 の表面に対向して設けられており、後述するようにして構成されて中間転写ベルト 71 の外周面に形成されるパッチ画像の光学濃度を測定する。

【0047】

なお、図 2 において、符号 113 はホストコンピュータなどの外部装置よりインターフェース 112 を介して与えられた画像信号を記憶するためにメインコントローラ 11 に設けられた画像メモリであり、符号 106 は CPU 101 が実行

する演算プログラムやエンジン部EGを制御するための制御データなどを記憶するためのROM、また符号107はCPU101における演算結果やその他のデータを一時的に記憶するRAMである。

【0048】

図4は濃度センサの構成を示す図である。この濃度センサ60は、中間転写ベルト71の表面領域のうちローラ75に巻き掛けられた巻き掛け領域71aに光を照射するLEDなどの発光素子601を有している。また、この濃度センサ60には、後述するようにCPU101から与えられる光量制御信号S1に応じて照射光の照射光量を調整するために、偏光ビームスプリッター603、照射光量モニタ用受光ユニット604および照射光量調整ユニット605が設けられている。

【0049】

この偏光ビームスプリッター603は、図4に示すように、発光素子601と中間転写ベルト71との間に配置されており、発光素子601から出射される光を中間転写ベルト71上における照射光の入射面に平行な偏光方向を有するp偏光と、垂直な偏光方向を有するs偏光とに分割している。そして、p偏光についてはそのまま中間転写ベルト71に入射する一方、s偏光については偏光ビームスプリッター603から取り出された後、照射光量モニタ用の受光ユニット604に入射され、この受光ユニット604の受光素子642から照射光量に比例した信号が照射光量調整ユニット605に出力される。

【0050】

この照射光量調整ユニット605は、受光ユニット604からの信号と、エンジンコントローラ10のCPU101からの光量制御信号S1とに基づき発光素子601をフィードバック制御して発光素子601から中間転写ベルト71に照射される照射光量を光量制御信号S1に対応する値に調整する。このように、この実施形態では、照射光量を広範囲に、かつ適切に変更調整することができる。

【0051】

また、この実施形態では、照射光量モニタ用受光ユニット604に設けられた受光素子642の出力側に入力オフセット電圧641が印加されており、光量制

御信号 S1 がある信号レベルを超えない限り、発光素子 601 が消灯状態に維持されるように構成されている。こうすることで、ノイズや温度ドリフト等に起因する発光素子 601 の誤点灯を未然に防止している。

【0052】

そして、所定レベルの光量制御信号 S1 が CPU101 から照射光量調整ユニット 605 に与えられると、発光素子 601 は点灯し、中間転写ベルト 71 に p 偏光が照射光として照射される。すると、この p 偏光は中間転写ベルト 71 で反射され、反射光量検出ユニット 607 で反射光の光成分のうち p 偏光の光量と s 偏光の光量とが検出され、各光量に対応する信号が CPU101 に出力される。

【0053】

この反射光量検出ユニット 607 は、図 4 に示すように、反射光の光路上に配置された偏光ビームスプリッター 671 と、偏光ビームスプリッター 671 を通過する p 偏光を受光し、その p 偏光の光量に対応する信号を出力する受光ユニット 670 p と、偏光ビームスプリッター 671 で分割された s 偏光を受光し、その s 偏光の光量に対応する信号を出力する受光ユニット 670 s とを備えている。この受光ユニット 670 p では、受光素子 672 p が偏光ビームスプリッター 671 からの p 偏光を受光し、その受光素子 672 p からの出力をアンプ回路 673 p で増幅した後、その増幅信号を p 偏光の光量に相当する信号 V_p として CPU101 に対して出力している。また、受光ユニット 670 s は受光ユニット 670 p と同様に受光素子 672 s およびアンプ回路 673 s を有しており、s 偏光の光量に相当する信号 V_s を出力する。このため、反射光の光成分のうち互いに異なる 2 つの成分光 (p 偏光と s 偏光) の光量を独立して求めることができる。

【0054】

また、この実施形態では、受光素子 672 p、672 s の出力側に出力オフセット電圧 674 p、674 s がそれぞれ印加されており、各受光素子からの出力がゼロ、すなわち反射光量がゼロのときであってもアンプ回路 673 p、673 s の入力電位が所定の正電位となるように構成されている。こうすることによって、各アンプ回路 673 p、673 s のゼロ入力付近での不感帯を回避して反射

光量に応じた適正な出力電圧を出力させることができる。

【0055】

これら出力電圧 V_p 、 V_s の信号は図示を省略する A/D 変換回路を介して CPU 101 に入力されるとともに、CPU 101 が必要に応じてこれらの出力電圧 V_p 、 V_s を所定の時間間隔（この実施形態では 8 msec 毎）でサンプリングするように構成されている。そして、適当なタイミング、例えば装置電源が投入された時点、いずれかのユニットが交換された直後などのタイミングで、CPU 101 が、現像バイアスや露光エネルギーなどの画像濃度に影響を与える濃度制御因子の最適化処理を行って画像濃度の安定化を図っている。より具体的には、所定のパッチ画像パターンに対応して ROM 106 に予め記憶された画像データを画像信号として、各トナー色毎に上記した濃度制御因子を多段階に変更しながら画像形成動作を実行し、該画像信号に対応したテスト用の小画像（パッチ画像）を形成するとともに濃度センサ 60 によりその画像濃度を検出し、その結果に基づいて所望の画像濃度を得られる条件を見出している。以下ではこの濃度制御因子の最適化処理について説明する。

【0056】

（II）最適化処理

図 5 は、この実施形態における濃度制御因子の最適化処理の概要を示すフローチャートである。この最適化処理は、その処理順に次の 6 つのシーケンス：初期化動作（ステップ S1）；プレ動作（ステップ S2）；制御目標値の導出（ステップ S3）；現像バイアス設定（ステップ S4）；露光エネルギー設定（ステップ S5）および後処理（ステップ S6）から構成されており、以下、その動作の詳細について上記各シーケンス毎に分説する。

【0057】

（A）初期化動作

図 6 は、この実施形態における初期化動作を示すフローチャートである。この初期化動作では、まず準備動作として（ステップ S101）、現像ユニット 4 を回転駆動していわゆるホームポジションに位置決めするとともに、電磁クラッチによりクリーナ 71 および二次転写ローラ 78 を中間転写ベルト 71 から離間位

置に移動させる。そして、この状態で中間転写ベルト 71 の駆動を開始し（ステップ S102）、次いで感光体 2 の回転駆動および除電動作を開始することにより感光体 2 を起動する（ステップ S103）。

【0058】

そして、中間転写ベルト 71 の基準位置を示す垂直同期信号 Vsync を検出しその回転が確認されると（ステップ S104）、装置各部に対し所定のバイアス印加を開始する（ステップ S105）。すなわち、帯電制御部 103 から帯電ユニット 3 に帯電バイアスを印加して感光体 2 を所定の表面電位に帯電させ、引き続いて中間転写ベルト 71 に対して図示を省略するバイアス発生部から所定の一次転写バイアスを印加する。

【0059】

この状態から、中間転写ベルト 71 のクリーニング動作を行う（ステップ S106）。すなわち、クリーナ 76 を中間転写ベルト 71 の表面に当接させ、この状態で中間転写ベルト 71 をほぼ 1 周回転させて、その表面に残留付着したトナーや汚れを除去する。そして、クリーニングバイアスを印加した二次転写ローラ 78 を中間転写ベルト 71 に当接させる。このクリーニングバイアスは、通常の画像形成動作を実行中に二次転写ローラ 78 に与えられる二次転写バイアスとは逆の極性であり、そのため二次転写ローラ 78 に残留付着したトナーは中間転写ベルト 71 表面に移行し、さらにクリーナ 76 によって中間転写ベルト 71 の表面から除去される。こうして中間転写ベルト 71 および二次転写ローラ 78 のクリーニング動作が終了すると、二次転写ローラ 78 を中間転写ベルト 71 から離間させるとともに、クリーニングバイアスをオフする。そして、次の垂直同期信号 Vsync を待って（ステップ S107）、帯電バイアスおよび一次転写バイアスをオフにする（ステップ S108）。

【0060】

また、この実施形態では、濃度制御因子の最適化処理を実行するときに限らず、必要に応じて、CPU 101 がこの初期化動作を他の処理とは独立して実行できるようにしている。すなわち、次の動作を引き続いて実行するときには（ステップ S109）、上記したステップ S108 までを実行した状態で初期化動作を

終了し次の動作に移行する。一方、次の動作が予定されていない場合には、停止処理として（ステップS110）、クリーナ76を中間転写ベルト71から離間させるとともに、除電動作および中間転写ベルト71の回転駆動を停止する。この場合、中間転写ベルト71は、その基準位置が垂直同期センサ77との対向位置の直前に位置した状態で停止されることが望ましい。というのは、以後の動作で中間転写ベルト71が回転駆動されるとき、その回転状態は垂直同期信号Vsyncにより確認されるが、上記のようにすれば、駆動開始後直ちに垂直同期信号Vsyncが検出されるか否かで短時間にて異常の有無を判断することができるからである。

【0061】

（B）プレ動作

図7は、この実施形態におけるプレ動作を示すフローチャートである。このプレ動作では、後述するパッチ画像の形成に先立つ前処理として、2つの処理を同時に行っている。すなわち、濃度制御因子の最適化処理を精度よく行うために装置各部の動作条件の調整を行う（プレ動作1）のと並行して、各現像器4Y、4C、4M、4Kのそれぞれに設けられた現像ローラ44の空回し処理（プレ動作2）を行っている。

【0062】

（B-1）動作条件の設定（プレ動作1）

図7に示す左側のフロー（プレ動作1）では、まず濃度センサ60の校正を行う（ステップS21a、S21b）。ステップS21aの校正（1）では、濃度センサ60の発光素子601が消灯状態にあるときの受光ユニット670p、670sの各出力電圧Vp、Vsを検出し、暗出力Vpo、Vsoとして記憶しておく。次に、ステップS21bの校正（2）では、低光量・高光量の2種の点灯状態となるように発光素子601に与える光量制御信号S1を変化させ、その各々の光量で受光ユニット670pの出力電圧Vpを検出する。そして、これら3点の値から、トナーが付着していない状態での出力電圧Vpが所定の基準レベル（本実施形態では、3Vに上記した暗出力Vpoを加えた値）となる発光素子601の基準光量を求める。こうして発光素子601の光量がこの基準光量となるような光

量制御信号 S1 のレベルを算出し、その値を基準光量制御信号として設定する（ステップ S22）。これ以後、発光素子 601 を点灯させる必要があるときには、CPU 101 から照射光量調整ユニット 605 に対してこの基準光量制御信号が出力され、これにより発光素子 601 は常にその基準光量で発光するようフィードバック制御される。

【0063】

また、発光素子 601 が消灯状態にあるときの出力電圧 V_{po} 、 V_{so} を本センサ系の「暗出力」として記憶しておき、後述するようにトナー像の濃度を検出する際に各出力電圧 V_p 、 V_s からこの値を差し引くことによって、暗出力の影響を排除してより高精度にトナー像の濃度を検出することが可能となっている。

【0064】

なお、発光素子 601 の点灯状態での受光素子 672 p からの出力信号は中間転写ベルト 71 からの反射光量に依存するが、後述するように中間転写ベルト 71 の表面状態は光学的に必ずしも均一ではないから、この状態での出力を求める際には中間転写ベルト 71 の 1 周分にわたる出力の平均値をとることが望ましい。一方、発光素子 601 の消灯状態ではこのように中間転写ベルト 71 の 1 周分の出力信号を検出する必要はないが、検出誤差を小さくするためには数点での出力信号を平均するのが好ましい。

【0065】

この実施形態においては、中間転写ベルト 71 表面は白色であるため光の反射率が高く、該ベルト 71 上にいずれかの色のトナーが付着するとその反射率は低下する。したがって、この実施形態では、中間転写ベルト 71 表面へのトナー付着量が増えるにつれて受光ユニットからの出力電圧 V_p 、 V_s が基準レベルから低下してゆくこととなり、これらの出力電圧 V_p 、 V_s の大きさからトナーの付着量、ひいてはトナー像の画像濃度を見積もることが可能となっている。

【0066】

また、この実施形態では、カラー（Y、C、M）トナーとブラック（K）トナーとの間で反射特性が異なっていることに基づき、後述するブラックトナーによるパッチ画像の濃度は該パッチ画像からの反射光のうち p 偏光の光量に基づいて

求める一方、カラートナーによるパッチ画像の濃度は p 偏光、s 偏光の光量比に基づいて求めるようにしているので、広いダイナミックレンジにわたって精度よく画像濃度を求めることが可能となっている。

【0067】

さて、図7に戻って、プレ動作の説明を続ける。中間転写ベルト71の表面状態は必ずしも光学的に一樣であるとはいえず、また使用につれてトナーが融着するなどして次第に変色や汚れが生じることもある。このような中間転写ベルト71の表面状態の変化によりトナー像の濃度検出に誤差を生じるのを防止するため、この実施形態では、中間転写ベルト71の1周分についての下地プロファイル、つまりトナー像を担持しない状態での中間転写ベルト71表面の濃淡に関する情報を取得している。具体的には、発光素子601を先に求めた基準光量で発光させ、受光ユニット670p、670sからの出力電圧 V_p 、 V_s をサンプリングしながら中間転写ベルト71を1周回転させ（ステップS23）、各サンプルデータ（本実施形態におけるサンプル数：312）を下地プロファイルとしてRAM107に記憶しておく。このように中間転写ベルト71の表面各部の濃淡を予め把握しておくことで、その上に形成されるトナー像の濃度をより正確に見積もることが可能になる。

【0068】

ところで、上記した濃度センサ60からの出力電圧 V_p 、 V_s には、ローラ75および中間転写ベルト71の微小な汚れや傷による反射率の変化、さらにはセンサ回路に混入する電氣的なノイズ等に起因するスパイク状のノイズが重畳していることがある。図8は、中間転写ベルトの下地プロファイルの例を示す図である。中間転写ベルト71の1周分以上にわたりその表面からの反射光量を濃度センサ60により検出してプロットすると、図8（a）に示すように、センサ60からの出力電圧 V_p は中間転写ベルト71の周長もしくはその回転周期に対応して周期的に変化するだけでなく、その波形には幅の狭いスパイク状のノイズが重畳することがある。このノイズは上記回転周期に同期した成分およびこれに同期しない不規則成分のいずれをも含んでいる可能性がある。図8（b）はこのようなサンプルデータ列の一部を拡大したものである。この図では、ノイズの重畳によ

り各サンプルデータのうち符号Vp(8)、Vp(19)を付した2つのデータが他のデータより突出して大きくなっている一方、符号Vp(4)、Vp(16)を付した2つのデータが他より突出して小さくなっている。なお、ここでは2つのセンサ出力のうちp偏光成分について述べたが、s偏光成分についても同様に考えることができる。

【0069】

濃度センサ60の検知スポット径は例えば2～3mm程度であり、また中間転写ベルト71の変色や汚れは一般により大きな範囲で生じると考えられるから、このような局所的に突出したデータは上記ノイズの影響を受けているものとみることができる。このようにノイズが重畳したままのサンプルデータに基づき下地プロファイルやパッチ画像の濃度を求め、その結果から濃度制御因子を設定すると、各濃度制御因子を必ずしも最適な状態に設定することができなくなり、却って画像品質が劣化してしまう場合がある。

【0070】

そこで、この実施形態では、図7に示すように、ステップS23において中間転写ベルト71の1周分についてセンサ出力のサンプリングを行った後、スパイクノイズの除去処理を実行している（ステップS24）。

【0071】

図9はこの実施形態におけるスパイクノイズ除去処理を示すフローチャートである。このスパイクノイズ除去処理では、取得した「生の」すなわち加工を加えていないサンプルデータ列のうち連続する一部の区間（本実施形態では21サンプル分に相当する長さ）を抽出し（ステップS241）、その区間に含まれる21個のサンプルデータのうちそのレベルが上位3つおよび下位3つに該当するデータを除去した後（ステップS242、S243）、残る15個のデータの算術平均を求める（ステップS244）。そして、その平均値をこの区間における平均レベルとみなし、ステップS242およびS243で除去した6つのデータをこの平均値に置き換えることでノイズが除去された「補正後」のサンプルデータ列を得る（ステップS245）。さらに、必要に応じて次の区間についても上記ステップS241～S245を繰り返し、同様にしてスパイクノイズを除去する

(ステップS246)。

【0072】

上記処理によるスパイクノイズ除去について、図8(b)に示すデータ列を例にとり、図10を参照しながらさらに詳しく説明する。図10は、この実施形態におけるスパイクノイズ除去の様子を示す図である。図8(b)のデータ列においては、他のデータから突出して大きい2つのデータ $V_p(8)$ および $V_p(19)$ 、突出して小さいデータ $V_p(4)$ および $V_p(16)$ にノイズの影響が現れているとみられる。このスパイクノイズ除去処理では、各サンプルデータのうち上位3つを除去しているため(図9のステップS242)、これらのデータのうちノイズを含むとみられるデータ2つを含む3つのデータ $V_p(8)$ 、 $V_p(14)$ および $V_p(19)$ が除去される。同様にして、ノイズを含むとみられるデータ2つを含む3つのデータ $V_p(4)$ 、 $V_p(11)$ および $V_p(16)$ も除去されている(図9のステップS243)。そして、図10に示すように、これら6つのデータが、他の15データの平均値 V_{pavg} (斜線を付した丸印で示す)に置き換えられることで、元のデータ列に含まれていたスパイクノイズが除去されるのである。

【0073】

なお、このスパイクノイズ除去を実施するに際し、抽出するサンプル数、除去するデータの数は上記に限定されるものではなく、任意の個数としてよいが、その選び方によっては十分なノイズ除去効果が得られないばかりか、却って誤差を増大させてしまうおそれもあるため、以下の観点に基づき慎重に決定されることが望ましい。

【0074】

すなわち、ノイズの発生頻度に対しあまり短い区間のデータ列を抽出したのでは、ノイズ除去処理を実行する区間内にノイズが含まれていない確率が高くなり、また演算処理の回数も増大するため効率的でない。一方、あまり広い区間のデータ列を抽出したのでは、センサ出力における有意な変動、すなわち検出対象の濃度変化を反映した変動分まで含めて平均化されてしまうこととなり、本来の目的である濃度プロファイルを正しく求めることができなくなってしまう。

【0075】

また、ノイズ発生の頻度は一定ではないから、抽出したデータ列からこのように上位または下位それぞれ所定個数のデータを一律に除去するだけでは、上記した例におけるデータ $V_p(11)$ 、 $V_p(14)$ のようにノイズを含まないデータまで除去されてしまったり、また逆にノイズが十分に除去されない可能性がある。このうち、ノイズを含まないデータがいくつか除去されてしまったとしても、図 10 に示すように、これらのデータ $V_p(11)$ 、 $V_p(14)$ と平均値 V_{pavg} との差は比較的小さいため、これらのデータが平均値 V_{pavg} に置き換えられたことによる誤差は小さい。一方、ノイズを含むデータが除去されずに残された場合には、このデータを含めて求めた平均値で他のデータを置換することによって却って誤差が大きくなってしまうおそれがある。したがって、抽出したデータのサンプル数に対して除去するデータ数の比率は、実際の装置において発生するノイズの頻度と同等もしくはそれより若干大きくなるように決められるのが望ましい。

【0076】

この実施形態においては、図 8 (a) に示すように、ノイズの影響により本来のプロファイルより大きい側にずれるデータと小さい側にずれるデータの頻度が同程度であり、かつノイズそのものの発生頻度が 25% 以下 (21 サンプル中 5 サンプル以下) 程度であったという実験的事実に基づき、スパイクノイズ除去処理を上記のように構成しているのである。

【0077】

なお、スパイクノイズ除去の処理方法については、上記以外にも種々の方法が考えられる。例えば、サンプリングにより得られた「生の」サンプルデータに従来より周知の低域通過フィルタ処理を施すことによっても、スパイク状のノイズを取り除くことは可能である。ただし、従来のフィルタ処理においては、ノイズ波形の鋭さを緩和することはできるものの、その結果として、ノイズを含むデータのみならずその周辺のデータも元の値から変化することとなるため、発生するノイズの態様によっては大きな誤差を招く可能性がある。

【0078】

これに対して、本実施形態では、各サンプルデータのうちノイズの発生する頻度に応じた個数の上位／下位データを平均値に置き換える一方、それ以外のデー

タは元のままとしているのでこのような誤差が生じる可能性は低くなっている。

【0079】

また、このスパイクノイズ除去処理は、上記した下地プロファイルを求めるときのみでなく、後述するようにトナー像の画像濃度を求める際にその反射光量として取得したサンプルデータに対しても施される。

【0080】

(B-2) 現像器の空回し (プレ動作2)

電源オフ状態、または電源がオンであっても画像形成動作を行わず動作停止状態にある期間が長時間継続した後に画像形成を行うと、画像に周期的な濃度ムラが現れる場合があることが従来より知られている。本明細書ではこの現象を放置バンディング現象と称するが、本願発明者は、この放置バンディング現象が、トナーが各現像器の現像ローラ44に担持されたまま長時間放置されたことにより現像ローラ44から離れ難くなり、しかもその程度が現像ローラ44表面上において一様でないことから現像ローラ44上のトナー層が次第に不均一となることに起因するものであることを見出した。以下、放置バンディング現象に関する本願発明者の知見について説明する。

【0081】

放置バンディング現象は、動作停止状態の後、最初に形成した画像に最も強く現れるが、画像形成枚数を繰り返すと次第に濃度ムラは目立たなくなり、数枚の画像形成ではほぼ解消される。また、動作停止状態の継続時間が長い場合や、高温・高湿環境下では特に顕著な濃度ムラが現れる。

【0082】

また、放置バンディング現象は、その表面が導電性を有する現像ローラを使用したときに顕著に現れる。すなわち、金属製の現像ローラ、または非導電性材料の表面に導電性層を設けてなる現像ローラを使用した装置では、放置バンディング現象に起因する濃度ムラが顕著である。

【0083】

放置バンディング現象の発生メカニズムを解明するため、図3に示す構造を有する現像器を用いて、さらに実験および観察を行い、以下のような知見を得た。

まず、画像の濃度ムラの発生状況を観察したところ、画像の濃淡と現像ローラ 44 の表面位置との対応関係は次のようであった。すなわち、現像ローラ 44 表面のうち、動作停止状態において現像器ハウジング 41 の内部に位置していた表面領域（以下、「現像室部」という）に担持されたトナーにより現像された画像は高濃度となる一方、ハウジング 41 の外部に露出していた表面領域（以下、「露出部」という）に担持されたトナーにより現像された画像は低濃度となった。

【0084】

また、動作停止状態が続いた後の現像ローラ 44 表面のトナー層の電位分布を表面電位計により測定したところ、トナー層の電位の絶対値は、現像室部に対応する部分で低く、露出部に対応する部分で高くなっていた。この電位差は現像ローラ 44 を回転させると次第に小さくなってゆき、やがてほぼ均一となる。

【0085】

さらに、現像ローラ 44 表面でのトナー帯電量（単位： $\mu\text{C}/\text{g}$ ）とトナー搬送量（単位： mg/cm^2 ）を測定したところ、現像室部と露出部とでトナー搬送量はほぼ同じであったが、トナー帯電量は露出部側でより高くなっており、その大きさは現像室部側でのトナー帯電量の 2 倍程度となっていた。上記したトナー層電位の差は、このトナー帯電量の差に起因するものと考えることができる。

【0086】

以上の結果より、放置バンディング現象は、動作停止状態から脱したときの現像ローラ 44 上のトナーの帯電量が位置により、より具体的には現像室部と露出部とで異なっていることに起因して生じていると考えられる。この帯電量の差は現像ローラ 44 の回転により次第に小さくなることから、動作停止状態から脱した直後では、トナーを摩擦帯電させる現像ローラ 44 表面の状態が現像室部と露出部とで相違していると考えられる。

【0087】

現像ローラ 44 の表面を観察すると、粒径の小さなトナーやトナーから脱落した外添剤などの微粉が多く付着している。このような微粉成分の付着量や含有水分量等の違いは、現像ローラ 44 とトナーとの間の摩擦帯電の状態に影響を及ぼす。そして、現像器の内部では、このような微粉成分を含むトナーが常に現像ロ

ーラ 44 に接触した状態となっているうえに、現像ローラ 44 に対する供給ローラ 43、規制ブレード 45 およびシール部材 46 などの当接によりトナーが圧接された状態となっている。このため、現像ローラ 44 表面のうち、動作停止状態において現像器内部に位置する領域（現像室部）では微粉成分の固着が起きやすい。これに対して、現像器外部に露出している露出部ではトナーが薄層として静電的に付着しているにすぎないため、微粉成分の固着は比較的少ない。

【0088】

このように、動作停止状態で長時間放置されると、微粉成分の固着の状態が現像ローラ 44 表面上において不均一となり、そのためにトナー層の帯電量の差が生じることが、放置バンディング現象の主たる原因となっている。

【0089】

また、放置バンディング現象の現れやすさは、装置の構成にも依存している。本実施形態における現像器 4K 等のように、現像ローラ 44 上に所定厚さのトナー層を形成するための規制ブレード 45 が現像ローラ 44 の下方に設けられた現像器では、微粉成分による放置バンディング現象が特に起きやすい。というのは、このような微粉成分は現像器ハウジング内の下部に滞留しやすいため、規制ブレード 45 と現像ローラ 44 との当接位置（規制位置）付近に微粉成分が多く存在することとなるからである。

【0090】

とりわけ、図 3 に示すように、現像ローラ 44 の回転方向 D3 において規制位置の上流側で現像ローラ 44 からのトナー剥離を行っており、しかも、そのトナー剥離が行われる剥離位置が規制位置より上方にある場合には、放置バンディング現象がより顕著に現れる。その理由は以下の通りである。すなわち、剥離位置周辺には、供給ローラ 43 と現像ローラ 44 との摩擦により新たに生じたり現像ローラ 44 から掻き取られた微粉成分が滞留している。そして、これらの微粉成分が、供給ローラ 43 および現像ローラ 44 の回転や重力の作用により、供給ローラ 43 と現像ローラ 44 との当接位置や規制位置に向けて次々に送られるため、現像ローラ 44 の表面には微粉成分の固着が起きやすく、したがって、放置バンディング現象が生じやすくなるのである。

【0091】

また、現像ローラ44の表面が導電性を有する材料により形成されている場合には、鏡像力による微粉の固着作用が強い。そのため、このような現像ローラを有する装置においても、放置バンディング現象が現れやすい。

【0092】

現像ローラの構造としては、ローラ全体が同一材料で円筒状に形成されているもの、および、別材料で形成された芯材とスリーブとが同軸状に組み合わせられたものが一般的である。このうち上記に該当するものとしては、例えば：i)ローラ全体または少なくともスリーブが金属または合金により形成されているもの；ii)ローラ全体または少なくともスリーブが導電性ゴムや導電性樹脂により形成されているもの；および、iii)絶縁性または導電性のローラ表面に導電性表面層を被覆したものを挙げることができる。ここでいう「導電性」とは、体積抵抗率が概ね $(1 \times 10^{-2}) \Omega \cdot m$ 以下であることを指しており、これに該当する材料としては、例えば金属、その酸化物あるいは窒化物またはグラファイト等がある。また、上記のうちiii)の表面層としては、金属、合金、導電性樹脂等の導電物のほか、絶縁物に導電性物質を分散させたものを用いることができ、その被覆方法としては、メッキ、蒸着、圧着、溶射、スプレー塗布またはディッピング塗布等を用いることができる。

【0093】

さらに、放置バンディング現象の起こりやすさは、使用するトナーの性質にも依存する。すなわち、定着オフセットを防止する離型材としてのワックス成分を含むトナーを使用した装置では、放置バンディング現象が起こりやすい。これは、トナー粒子から遊離したワックスの微粉や、その表面にワックス成分が露出したトナー粒子は、ファンデルワールス力による現像ローラ44へのトナー付着が生じやすいからである。

【0094】

図7に戻って、プレ動作2の説明を続ける。このように現像ローラ44表面が不均一な状態で長時間にわたり装置が動作停止状態におかれた後、次の画像形成を行うのに先立って濃度制御因子を新たに最適化する場合、放置バンディング現

象によって生じるパッチ画像の濃度ムラがこの最適化処理に影響を与えるおそれがある。特に、上記した構成の少なくともいずれかを有する画像形成装置においては、放置バンディング現象による濃度ムラが発生しやすいため、放置バンディング現象を解消するための措置を講じる必要がある。

【0095】

そこで、この実施形態の画像形成装置では、パッチ画像を形成するのに先立って放置バンディング現象を解消するため、各現像ローラ44の空回し（周回動作）を行っている。具体的には、図7の右側のフロー（プレ動作2）に示すように、まずイエロー現像器4Yを感光体2と対向する現像位置に配置し（ステップS25）、直流現像バイアス V_{avg} をその可変範囲においてその絶対値が最小となる値に設定した後に（ステップS26）、本体側の回転駆動部により現像ローラ44を少なくとも1周回転させる（ステップS27）。そして、現像ユニット4を回転させて現像器を切り換えながら（ステップS28）、他の現像器4C、4M、4Kを順番に現像位置に位置させて、それぞれに設けられた現像ローラ44を同様に1周以上回転させる。こうして各現像ローラ44をそれぞれ1周以上空回しすることによって現像ローラ44表面のトナー層が供給ローラ43および規制ブレード45によりいったん剥ぎ取られて再形成されることとなり、引き続いて形成するパッチ画像ではこのように再形成されてより均一な状態のトナー層が像形成に供されるため、放置バンディング現象による濃度ムラは発生し難くなる。

【0096】

なお、上記したプレ動作2においては、そのステップS26において直流現像バイアス V_{avg} をその絶対値が最小となるようにしている。その理由は以下のとおりである。

【0097】

後述するように、画像濃度に影響を与える濃度制御因子としての直流現像バイアス V_{avg} は、その絶対値 $|V_{avg}|$ が大きいほど形成されるトナー像の濃度が高くなる。これは、直流現像バイアスの絶対値 $|V_{avg}|$ が大きくなるほど、感光体2上の静電潜像のうち光ビームLにより露光された領域、つまりトナーを付着させ

るべき表面領域と現像ローラ 44 との電位差が大きくなって現像ローラ 44 からのトナー移動がより促進されるからであるが、中間転写ベルト 71 の下地プロフィールを取得する際にはこのようなトナー移動が起こることは好ましくない。というのは、現像ローラ 44 から感光体 2 に移動したトナーが一次転写領域 TR1 において中間転写ベルト 71 上に転写されると中間転写ベルト 71 からの反射光量を変化させてしまうため、下地プロフィールを正しく求めることができなくなるからである。

【0098】

この実施形態では、後述するように、直流現像バイアス V_{avg} を濃度制御因子の 1 つとして所定の可変範囲で多段階に変更設定可能としている。そこで、直流現像バイアス V_{avg} をその可変範囲においてその絶対値が最小となる値に設定し、現像ローラ 44 から感光体 2 へのトナー移動が最も起こりにくい状態を実現することで、中間転写ベルト 71 へのトナー付着を最少限に抑えるようにしている。同様の理由により、現像バイアスに交流成分を有する装置においてはその振幅を通常の画像形成時より小さく設定することが好ましい。例えば、前述したように、現像バイアスの振幅 V_{pp} を 1400 V としている装置では、この振幅 V_{pp} を 1000 V 程度とするとよい。なお、直流現像バイアス V_{avg} 以外のパラメータ、例えば現像バイアスのデューティ比や帯電バイアス等を濃度制御因子として用いる装置においても、上記したトナー移動がより起こりにくい条件を実現するように適宜その濃度制御因子を設定するのが好ましい。

【0099】

また、この実施形態では、上記したプレ動作 1 およびプレ動作 2 を並行して同時に実行することで処理時間の短縮を図っている。すなわち、プレ動作 1 では下地プロフィールを取得するため中間転写ベルト 71 の少なくとも 1 周、さらに望ましくはセンサ校正を行うための 2 周を含めた 3 週の周回が必要である一方、プレ動作 2 においては各現像ローラ 44 をできるだけ多く周回させるのが好ましく、しかも、これらの動作は互いに独立して行うことが可能であることから、これらを並行して行うことでそれぞれの処理に要する時間を確保しつつ、最適化処理全体に要する時間を短縮することが可能となる。

【0100】

(C) 制御目標値の導出

この実施形態の画像形成装置では、後述するように、パッチ画像として2種類のトナー像を形成し、その濃度が予め定められた濃度目標値となるように各濃度制御因子の調節を行っているが、この目標値を一定とはせず、装置の稼動状況に応じて変更するようにしている。その理由は以下の通りである。

【0101】

前述したように、この実施形態の画像形成装置では、感光体2上で顕像化されて中間転写ベルト71の表面に一次転写されたトナー像からの反射光量を検出することでその画像濃度を見積もっている。このようにトナー像の反射光量から画像濃度を求める技術は従来より広く用いられているが、以下に詳述するように、このような中間転写ベルト71上に担持されたトナー像からの反射光量（またはそれに対応する濃度センサ60からのセンサ出力 V_p 、 V_s ）と、最終的な転写材であるシートS上に形成されたトナー像の光学濃度（OD値）との対応関係は一意的に定まるわけではなく、装置やトナーの状態により微妙に変化している。そのため、従来技術のように、たとえ各濃度制御因子をトナー像からの反射光量が一定となるように制御したとしても、シートS上に最終的に形成される画像の濃度はトナーの状態により変動してしまうこととなる。

【0102】

このようにセンサ出力とシートS上のOD値とが一致しない原因の一つは、定着プロセスを経てシートS上に融着されたトナーと、定着されず単に中間転写ベルト71表面に付着しているだけのトナーとでその反射の状態が異なることである。図11はトナーの粒径と反射光量との関係を示す模式図である。図11(a)に示すように、最終的にシートS上に得られた画像Isでは、定着プロセスでの加熱・加圧によって熔融されたトナーTmがシートSに融着した状態となっている。したがって、その光学濃度（OD値）はトナーが融着した状態での反射光量を反映したものとなるが、その大小は主としてシートS上のトナー密度（例えば、単位面積あたりのトナー質量で表すことができる）によって決まることとなる。

【0103】

これに対して、定着プロセスを経ない中間転写ベルト71上のトナー像では各トナー粒子が個別に中間転写ベルト71表面に付着しているに過ぎない。したがって、たとえトナー密度が同じ（つまり定着後のOD値は等しい）であったとしても、例えば図11（b）に示す粒径の小さなトナーT1が高密度に付着している状態と、図11（c）に示す粒径の大きなトナーT2がより低密度に付着して中間転写ベルト71の表面71aが部分的に露出した状態とでは、その反射光量は必ずしも同じにはならない。言い換えれば、定着前のトナー像からの反射光量が同じであっても定着後の画像濃度（OD値）が同じになるとは限らない。一般には、反射光量が等しい場合、トナー像を構成するトナー粒子中に占める大粒径トナーの比率が高いと定着後の画像濃度が高くなる傾向にあることが本願発明者の実験によりわかっている。

【0104】

このように、シートS上でのOD値と中間転写ベルト71上でのトナー像からの反射光量との対応はトナーの状態、特にその粒径分布によって変化する。図12はトナーの粒径分布とOD値の変化との対応を示す図である。トナー像を形成すべく各現像器に収容されているトナー粒子はその粒径が全て設計中心値に揃っているのが理想である。しかしながら、図12（a）に示すように、実際にはその粒径は様々な態様の分布を有しており、その態様はトナーの種類や製法によって異なるのはもちろんのこと、同一の仕様で製造したトナーであってもその製造ロット毎、製品毎に微妙に異なっている。

【0105】

これら様々な粒径のトナーはその質量や帯電量が異なるため、このような粒径分布を有するトナーを用いて画像形成を行うと、これらのトナーが一様に消費されるわけではなく、その装置により適合した粒径のトナーが選択的に消費される。一方、それ以外のトナーはあまり消費されず現像器内に残ることとなる。したがって、トナー消費が進むにつれて現像器内に残るトナーの粒径分布も変化してゆくこととなる。

【0106】

前述したように、定着前のトナー像からの反射光量は像を構成するトナーの粒径によって変化するから、この反射光量が常に一定となるように各濃度制御因子を調節したとしても、シートS上に定着された画像の濃度は必ずしも一定とはならない。図12(b)は、トナー像からの反射光量が一定となるように、つまり濃度センサ60からの出力電圧が一定となるように各濃度制御因子を制御しながら画像形成を行った場合のシートS上における画像の光学濃度(OD値)の変化を示している。例えば、図12(a)に示す曲線aのように、トナーの粒径が設計上の中心値付近によく揃っている場合には、図12(b)の曲線aのように、現像器内のトナー消費が進んでもOD値はほぼ目標値に保たれる。これに対し、例えば図12(a)の曲線bに示すように、より幅広い粒径分布を有するトナーを用いた場合には、図12(b)の曲線bに示すように、当初は設計中心値付近の粒径のトナーが主に消費されてほぼ目標値どおりのOD値が得られるものの、トナー消費が進むにつれてこのようなトナーの割合が減少し、代わってより粒径の大きなトナーが画像形成に使われるようになるためOD値が次第に上昇する。さらに、図12(a)の各点線で示すように、トナーまたは現像器の製造ロットによっては分布の中央値が当初より設計値からずれている場合もあり、これに対応してシートS上のOD値も、図12(b)の各点線に示すように、トナー消費量の増加とともに様々な変化を示すこととなる。

【0107】

このようにトナーの特性を左右する要因としては、上記したトナーの粒径分布以外にも、例えばトナー母粒子内の顔料の分散の状態や、トナー母粒子と外添剤との混合の状態によるトナーの帯電性の変化などがある。このようにトナー特性が製品毎に微妙に異なっているため、シートS上での画像濃度は必ずしも一定とはならず、使用するトナーにより濃度変化の程度はまちまちである。したがって、濃度センサからの出力電圧が一定となるように各濃度制御因子を制御する従来の画像形成装置においては、トナー特性のばらつきによる画像濃度の変動が避けられず、必ずしも満足できる画像品質が得られないことがあった。

【0108】

そこで、この実施形態では、装置の稼動状況に応じ、後述する2種のパッチ画

像それぞれについて、濃度センサ 60 からの出力に基づいて算出されて画像濃度を表す尺度となる画像濃度の評価値（後述）の制御目標値を設定し、各パッチ画像について得られる評価値がこの制御目標値となるように各濃度制御因子を調節することで、シート S 上での画像濃度が一定に保たれるようにしている。図 13 はこの実施形態における制御目標値の導出プロセスを示すフローチャートである。このプロセスでは、各トナー色毎に、そのトナーの使用状況、具体的には、現像器に充填された時点で求められたトナーの粒径分布等の初期特性と、該現像器に残存しているトナーの量とに見合った制御目標値を求めている。まずトナー色の 1 つを選択し（ステップ S 31）、CPU 101 が該トナーの使用状況を推定するための情報として、選択トナー色に関するトナー個性情報、露光ユニット 6 により形成されたドットの数を示すドットカウント値および現像ローラ回転時間に関する情報を取得する（ステップ S 32）。ここでは、ブラック色に対応した制御目標値を求める場合を例として説明するが、他のトナー色についても同様である。

【0109】

「トナー個性情報」とは、現像器 4 K に充填されているトナーの特性に応じて該現像器 4 K に設けられたメモリ 94 に書き込まれたデータである。この装置では、上記したトナーの粒径分布等の諸特性が製造ロット毎に異なることに鑑みてトナーの特性を 8 種のタイプに分類している。そして、製造時の分析によってそのトナーがどのタイプに属するかを判定し、それを表す 3 ビットのデータをトナー個性情報として現像器 4 K に付している。このデータは該現像器 4 K が現像ユニット 4 に装着されたときにメモリ 94 から読み出され、エンジンコントローラ 10 の RAM 107 に記憶されている。

【0110】

また、「ドットカウント値」は、現像器 4 K 内に残存しているトナーの量を推定するための情報である。トナーの残量を推定する方法としては画像形成枚数の積算値から求めるのが最も簡便であるが、1 枚の画像を形成することで消費されるトナーの量は一定ではないからこの方法では正確な残量を知ることは難しい。一方、露光ユニット 6 が感光体 2 上に形成したドット数は、感光体 2 上でトナー

により顕像化されるドットの数を表しているから、トナーの消費量をより正確に反映したものとなる。そこで、この実施形態では、当該現像器 4 K で現像されるべき感光体 2 上の静電潜像を露光ユニット 6 が形成したときのドット数をカウントして RAM 107 に記憶しておき、このドットカウント値を、該現像器 4 K のトナー残量を示すパラメータとしている。

【0111】

さらに、「現像ローラ回転時間」は、現像器 4 K 内に残存しているトナーの特性をより詳しく推定するための情報である。前述したように、現像ローラ 4 4 表面にはトナー層が形成されており、そのうちの一部のトナーが感光体 2 上に移動することで現像が行われる。このとき、現像ローラ 4 4 表面では、現像に寄与しなかったトナーは供給ローラ 4 3 との当接位置まで搬送され、該ローラ 4 3 により剥ぎ取られて新たなトナー層が形成されるのであるが、こうして現像ローラ 4 4 への付着、剥離が繰り返されることでトナーが疲労し、その特性は次第に変化してゆく。このようなトナーの特性変化は、現像ローラ 4 4 が回転を重ねるにつれて進行する。したがって、例えば、現像器 4 K 内のトナー残量は同じであっても、未使用のフレッシュなトナーと何度も付着、剥離を繰り返した古いトナーとではその特性が異なっていることがあり、これらを用いて形成した画像の濃度は必ずしも同じにはならない。

【0112】

そこで、この実施形態では、トナー残量を示すドットカウント値と、トナーの特性変化の程度を示す現像ローラ回転時間との 2 つのパラメータの組み合わせに基づいて現像器 4 K に内蔵されたトナーの状態を推定し、その状態に合わせてきめ細かく制御目標値を設定することで画質の安定化を図っている。

【0113】

なお、これらの情報は装置各部の損耗状況を管理してメンテナンス性を高めるためにも用いられる。すなわち、1 ドットカウントは 0.015 mg のトナー量に相当しており、12000000 ドットカウントでその消費量はほぼ 180 g となって各現像器内に貯留されたトナーのほとんどを使い切った状態となる。また現像ローラの回転時間については、その積算値 106.00 sec が A4 連続印

字で8000枚に相当しており、画像形成をこれ以上続けるのは画像品質の点で好ましくない。そこで、この実施形態では、これらの情報のいずれかが上記の値に達したときには、図示を省略する表示部にトナーエンドを報知する旨のメッセージを表示し、ユーザに対し現像器の交換を促すようにしている。

【0114】

さて、こうして取得した装置の稼動状況に関する各情報から、その状況に応じた制御目標値を定める。この実施形態では、トナーのタイプを表すトナー個性情報と、ドットカウント値および現像ローラ回転時間の組み合わせから推定される残存トナーの特性とに応じた最適な制御目標値が予め実験的に求められており、この値はトナーのタイプ毎のルックアップテーブルとしてエンジンコントローラ10のROM106に記憶されている。CPU101は、取得したトナー個性情報に基づいて、これらのルックアップテーブルのうちトナーのタイプに対応して参照すべき1つのテーブルを選択し（ステップS33）、その時点でのドットカウント値と現像ローラ回転時間との組み合わせに対応する値をそのテーブルから読み出す（ステップS34）。

【0115】

また、この実施形態の画像形成装置では、図示しない操作部によりユーザが所定の操作入力を行うことによって、形成する画像の濃度を好みに応じて、または必要に応じて所定の範囲で増減できるように構成されている。すなわち、上記ルックアップテーブルから読み出された値に対して、ユーザが画像濃度を1段階増加または減少する毎に所定のオフセット値、例えば1段階あたり0.005が加算または減算され、その結果がそのときのブラック色に対する制御目標値Aktとして設定されてRAM107に記憶される（ステップS35）。こうしてブラック色における制御目標値Aktが求まる。

【0116】

図14は制御目標値を求めるルックアップテーブルの例を示す図である。このテーブルは、ブラック色でその特性が「タイプ0」に属するトナーを使用する場合に参照されるテーブルである。この実施形態では、後述する高濃度用、低濃度用の2種類のパッチ画像のそれぞれに対応して、各トナー色毎に、8タイプのト

ナー特性に対応する8種のテーブルが用意されて、エンジンコントローラ10に設けられたROM106に記憶されている。ここで、図14(a)は、高濃度用パッチ画像に対応したテーブルの一例であり、また図14(b)は、低濃度用パッチ画像に対応したテーブルの一例である。

【0117】

上記したステップS32において取得したトナー個性情報が、例えば「タイプ0」を示すものであったとすると、続くステップS33では、8種のテーブルの中からトナー個性情報「0」に対応する図14のテーブルが選択される。そして、取得したドットカウント値と現像ローラ回転時間とに基づき制御目標値Aktが求められる。例えば、高濃度用パッチ画像については、ドットカウント値が150000カウント、現像ローラ回転時間が2000secであれば、図14(a)を参照して、これらの組み合わせに相当する値0.984がこの場合の制御目標値Aktである。さらに、例えばユーザが画像濃度をその標準状態より1段階高く設定している場合には、この値に0.005を加算した値0.989が制御目標値Aktとなる。同様にして、低濃度用パッチ画像についての制御目標値も求めることができる。

【0118】

このようにして求めた制御目標値Aktについてはエンジンコントローラ10のRAM107に記憶しておき、以後の各濃度制御因子の設定においてはパッチ画像の反射光量に基づき求められる評価値がこの制御目標値に一致するようにする。

【0119】

このように、上記ステップS31～S35を実行することにより一のトナー色についての制御目標値が求まるが、各トナー色について上記処理を繰り返すことで(ステップS36)、全てのトナー色についてその制御目標値Ayt、Act、AmtおよびAktが求まる。ここで、添字y、c、mおよびkは各トナー色すなわちイエロー、シアン、マゼンタおよびブラックをそれぞれ表し、また添字tは制御目標値であることを表すものである。

【0120】

(D) 現像バイアス設定

この画像形成装置では、現像ローラ 44 に与える直流現像バイアス V_{avg} と、感光体 2 を露光する露光ビーム L の単位面積当たりのエネルギー（以下、単に「露光エネルギー」という）E とを可変としており、これらを調節することで画像濃度の制御を行っている。ここでは、直流現像バイアス V_{avg} の可変範囲を低レベル側から $V0$ ないし $V5$ の 6 段階、また露光エネルギー E の可変範囲を低レベル側からレベル 0 ないし 3 の 4 段階に変更設定してそれぞれの最適値を求める場合について説明するが、これらの可変範囲およびその分割数についてはその装置の仕様に応じて適宜改変することができる。なお、先に述べた直流現像バイアス V_{avg} の可変範囲を $(-110) V \sim (-330) V$ としている装置では、最も低レベルの $V0$ は電圧の絶対値が最も小さい $(-110) V$ に、また最も高レベルの $V5$ は電圧の絶対値が最も大きい $(-330) V$ にそれぞれ相当する。

【0121】

図 15 はこの実施形態における現像バイアス設定処理を示すフローチャートである。また、図 16 は高濃度用パッチ画像を示す図である。この処理では、まず露光エネルギー E をレベル 2 に設定し（ステップ S41）、次いで直流現像バイアス V_{avg} を最小レベルの $V0$ から 1 レベルずつ増加させながら、各バイアス値で高濃度用パッチ画像としてのベタ画像を形成する（ステップ S42、S43）。

【0122】

6 段階に変更設定される直流現像バイアス V_{avg} に対応して、図 16 に示すように、中間転写ベルト 71 の表面には 6 個のパッチ画像 $I_{v0} \sim I_{v5}$ が順次形成されるが、このうち先頭から 5 個のパッチ画像 $I_{v0} \sim I_{v4}$ は長さ $L1$ に形成される。この長さ $L1$ は、円筒形の感光体 2 の周長よりも長くなるように構成されている。一方、最後のパッチ画像 I_{v5} は感光体 2 の周長より短い長さ $L3$ に形成される。このようにする理由は後に詳述する。また、直流現像バイアス V_{avg} を変更設定したとき、現像ローラ 44 の電位が均一になるまでには若干の時間遅れがあるので、この時間遅れを見込んで各パッチ画像は間隔 $L2$ を隔てて形成される。中間転写ベルト 71 表面のうち、実際にトナー像を担持可能な領域は同図に示す像形成領域 710 であるが、パッチ画像の形状および配置を上記のように構成し

ているため、像形成領域 710 に形成することのできるパッチ画像は 3 個程度となり、6 個のパッチ画像は、図 16 のように中間転写ベルト 71 の 2 周分にわたって形成される。

【0123】

ここで、パッチ画像の長さを上記のように設定している理由について、図 1 および図 17 を参照しつつ説明する。図 17 は感光体周期で生じる画像濃度の変動を示す図である。図 1 に示すように、感光体 2 は円筒形に形成されている（その周長を L_0 とする）が、製造上のばらつきや熱変形等に起因して、その形状が完全な円筒でなかったり偏心を有する場合があります、このような場合、形成されるトナー像の画像濃度に感光体 2 の周長 L_0 に対応した周期的な変動を生じることがある。というのは、感光体 2 と現像ローラ 44 とが当接した状態でトナー現像が行われる接触現像方式の装置では両者間の当接圧が変動し、また両者が離間配置されてトナー現像が行われる非接触現像方式の装置では両者間にトナーを飛翔させる電界の強度が変化し、いずれの装置においても現像ローラ 44 から感光体 2 へトナーが移動する確率が感光体 2 の回転周期で周期的に変動することとなるからである。

【0124】

この濃度変動の幅は、図 17 (a) に示すように、特に直流現像バイアス V_{avg} の絶対値 $|V_{avg}|$ が比較的低い場合に大きく、この値 $|V_{avg}|$ が大きくなるにつれて小さくなる。例えば、直流現像バイアスの絶対値 $|V_{avg}|$ を比較的小さい値 V_a に設定してパッチ画像を形成すると、図 17 (b) に示すように、その画像濃度 OD は感光体 2 上での位置によって幅 $\Delta 1$ の範囲で変化することとなる。同様に、他の直流現像バイアスでパッチ画像を形成した場合でも、その画像濃度は図 17 (b) の斜線部に示すようにある範囲で変動する。このように、パッチ画像の濃度 OD は直流現像バイアス V_{avg} の大きさだけでなく、その感光体 2 上への形成位置によっても変動する。したがって、その画像濃度から直流現像バイアス V_{avg} の最適値を求めるためには、パッチ画像に及ぼす上記感光体 2 の回転周期に対応した濃度変動の影響を排除する必要がある。

【0125】

そこで、この実施形態では、感光体2の周長 L_0 を超える長さ L_1 のパッチ画像を形成し、後述するようにそのうちの長さ L_0 分について求めた濃度の平均値を該パッチ画像の画像濃度としている。こうすることによって、各パッチ画像の濃度に及ぼす感光体2の回転周期に対応する濃度変動の影響を効果的に抑制しており、その結果、その濃度に基づいて直流現像バイアス V_{avg} の最適値を適正に求めることが可能となっている。

【0126】

なお、この実施形態では、図16に示すように、各パッチ画像 $I_{v0} \sim I_{v5}$ のうち、直流現像バイアス V_{avg} を最大として形成する最後のパッチ画像 I_{v5} については、その長さ L_3 を感光体2の周長 L_0 より小さくしている。これは、図17(b)に示すように、直流現像バイアスの絶対値 $|V_{avg}|$ が大きい条件で形成したパッチ画像では感光体2の回転周期に対応した濃度変動が小さいため上記のように感光体周期にわたる平均値を求める必要がないからであるが、こうすることでパッチ画像の形成およびその処理に要する時間を短縮するとともに、パッチ画像形成におけるトナー消費量を低減することが可能である。

【0127】

このように、感光体周期に対応して生じる濃度変動が濃度制御因子の最適化処理に及ぼす影響を排除するためにはパッチ画像の長さを感光体2の周長 L_0 より長く形成することが望ましいが、必ずしも全てのパッチ画像をこのような長さとする必要はなく、何個のパッチ画像をこのような長さとするかは各装置において現れる濃度変動の程度や求められる画像品質のレベルに応じて適宜決定されるべきものである。例えば、感光体周期での濃度変動の影響が比較的小さい場合には、直流現像バイアス V_{avg} が最小の条件で形成されるパッチ画像 I_{v0} のみを長さ L_1 として、他のパッチ画像 $I_{v1} \sim I_{v5}$ についてはこれより短い長さ L_3 に形成するようにしてもよい。

【0128】

逆に、全てのパッチ画像を長さ L_1 に形成してもよいが、この場合には処理時間およびトナー消費量が増大するという問題がある。また直流現像バイアス V_{avg} を最大とした状態でも感光体周期に対応した濃度変動が現れるのは画像品質の

観点から好ましくなく、少なくともその最大値に設定したときにはこのような濃度変動が現れないように、直流現像バイアス V_{avg} の可変範囲を定めるのが本来的である。そして、そのように直流現像バイアス V_{avg} の可変範囲を設定した場合には、少なくともその最大値においてこのような濃度変動は現れないから、この場合のパッチ画像の長さを $L1$ とする必要はない。

【0129】

図15に戻って、現像バイアス設定処理の説明を続ける。こうして各直流現像バイアスで形成したパッチ画像 $I_{v0} \sim I_{v5}$ については、その表面からの反射光量に対応して濃度センサ60から出力される電圧 V_p 、 V_s をサンプリングする（ステップS44）。この実施形態では、長さ $L1$ のパッチ画像 $I_{v0} \sim I_{v4}$ では74点（感光体2の周長 $L0$ に相当する）、また長さ $L3$ のパッチ画像 I_{v5} では21点（現像ローラ44の周長に相当する）について、サンプリング周期8msecで濃度センサ60からの出力電圧 V_p 、 V_s のサンプルデータを得ている。そして、前述した下地プロファイルの導出時（図7）と同様にして、サンプルデータからスパイクノイズを除去した後（ステップS45）、そのデータからセンサ系の暗出力や下地プロファイルの影響を除いた各パッチ画像の「評価値」を算出する（ステップS46）。

【0130】

前述したように、この装置における濃度センサ60は、中間転写ベルト71にトナーが付着していない状態での出力レベルが最も大きく、トナー量が多くなるにつれてその出力が小さくなるという特性を示す。さらに、この出力には暗出力によるオフセットも加わっているから、このセンサからの出力電圧データのままでトナー付着量を評価する情報として扱い難い。そこで、この実施形態では、得られたデータを加工してよりトナー付着量の大小を反映したデータ、すなわち評価値に変換し、以後の処理を容易に行えるようにしている。

【0131】

この評価値の算出方法について、ブラックトナー色によるパッチ画像を例としてより具体的に説明する。ブラックトナーにより現像された6個のパッチ画像のうち、第 n 番目のパッチ画像 I_{vn} （ただし、 $n = 0, 1, \dots, 5$ ）の評価値 A_k （

n)については、以下の式:

$$A_k(n) = 1 - \{V_{pmean_k}(n) - V_{po}\} / \{V_{pmean_b} - V_{po}\}$$

に基づき、算出する。ここで、上式の各項の意味はそれぞれ以下のとおりである。

【0132】

まず、 $V_{pmean_k}(n)$ は、第n番目のパッチ画像 I_{vn} からの反射光のうちp偏光成分に対応する出力電圧 V_p として濃度センサ60から出力され、サンプリングされた各サンプルデータのノイズ除去後の平均値である。すなわち、例えば最初のパッチ画像 I_{v0} に対応する値 $V_{pmean_k}(0)$ は、該パッチ画像のうちの長さ L_0 分において濃度センサ60からの出力電圧 V_p として検出された後スパイクノイズ除去処理を施されてRAM107に記憶された74個のサンプルデータの算術平均である。なお、上式における各項の添字kは、ブラック色についての値であることを表すものである。

【0133】

また、 V_{po} は、先のプレ動作1において発光素子601を消灯した状態で取得した受光ユニット670pからの暗出力電圧である。このように、サンプリングされた出力電圧から暗出力電圧 V_{po} を差し引くことにより、暗出力の影響を排除してより高精度にトナー像の濃度を求めることが可能である。

【0134】

さらに、 V_{pmean_b} は、先に求められRAM107に記憶されている下地プロフィールデータのうち、中間転写ベルト71上において上記 $V_{pmean_k}(n)$ の算出に用いた74個の各サンプルデータが検出されたのと同じ位置で検出された各サンプルデータの平均値である。

【0135】

つまり、ブラック色における第n番目のパッチ画像 I_{vn} に対する評価値 $A_k(n)$ とは、トナーが付着する前の中間転写ベルト71の表面から得られたセンサ出力 V_p の平均値と、トナーの付着したパッチ画像 I_{vn} から得られたセンサ出力 V_p の平均値とのそれぞれからセンサの暗出力を差し引いた後に両者の比を取り、その値を1から減じたものである。したがって、パッチ画像としてのトナーが中間

転写ベルト 71 に全く付着しない状態では $V_{pmean}(n) = V_{pmean_b}$ となって評価値 $A_k(n)$ がゼロとなる一方、中間転写ベルト 71 の表面がブラックトナーにより完全に覆われて反射率がゼロとなった状態では $V_{pmean}(n) = V_{po}$ となって評価値 $A_k(n) = 1$ となる。

【0136】

このように、センサ出力電圧 V_p の値をそのまま用いるのではなく評価値 $A_k(n)$ を用いると、中間転写ベルト 71 の表面状態による影響をキャンセルしてパッチ画像の画像濃度を高精度に測定することができる。また、中間転写ベルト 71 上のパッチ画像の濃淡に応じて補正されているため、画像濃度の測定精度をさらに向上させることができる。さらに、トナーが付着しない状態を表す最小値 0 から中間転写ベルト 71 の表面が高密度のトナーに覆われた状態を表す最大値 1 までの値でパッチ画像 I_{vn} の濃度を正規化して表すことができるので、以後の処理においてトナー像の濃度を見積もるのに好都合である。

【0137】

なお、ブラック以外のトナー色、すなわちイエロー色 (Y)、シアン色 (C) およびマゼンタ色 (M) については、ブラック色より反射率が高くトナーが中間転写ベルト 71 の表面を覆った状態でもその反射光量はゼロではないから、上記により求めた評価値ではその濃度を精度よく表すことができない場合がある。そこで、この実施形態では、これらのトナー色に対する評価値 $A_y(n)$ 、 $A_c(n)$ 、 $A_m(n)$ を求めるに際して用いるサンプルデータとして p 偏光成分に対応した出力電圧 V_p ではなく、これから暗出力 V_{po} を差し引いた値を、s 偏光成分に対応した出力電圧 V_s からその暗出力 V_{so} を差し引いた値で除した値 PS 、すなわち $PS = (V_p - V_{po}) / (V_s - V_{so})$ を各位置におけるサンプルデータとして用いることにより、これらのトナー色についても精度よくその画像濃度を見積もることを可能としている。また、ブラック色の場合と同様に、トナーが付着する前の中間転写ベルト 71 の表面から得られたセンサ出力を考慮することで、中間転写ベルト 71 の表面状態による影響をキャンセルし、また中間転写ベルト 71 上のパッチ画像の濃淡に応じて補正されているため、画像濃度の測定精度を向上させることができる。

【0138】

例えばシアン色 (C) に対しては、その評価値 $A_c(n)$ は、次式：

$$A_c(n) = 1 - \{P_{Smean_c}(n) - P_{S0}\} / \{P_{Smean_b} - P_{S0}\}$$

により求めることができる。ここで、 $P_{Smean_c}(n)$ は、シアン色における第 n 番目のパッチ画像 I_{vn} の各位置におけるセンサ出力 V_p 、 V_s に基づいて求めた上記値 PS のノイズ除去後の平均値である。また、 P_{S0} は、中間転写ベルト 71 の表面がカラートナーにより完全に覆われた状態でのセンサ出力 V_p 、 V_s に対応する上記値 PS であり、この値 PS が取りうる最小値である。さらに、 P_{Smean_b} は、中間転写ベルト 71 上の各位置において下地プロファイルとしてサンプリングしたセンサ出力 V_p 、 V_s に基づき求めた上記値 PS の平均値である。

【0139】

カラートナーに対応する評価値を上記のように定義することによって、先に述べたブラック色の場合と同様に、中間転写ベルト 71 にトナーが全く付着しない状態（このとき、 $P_{Smean_c}(n) = P_{Smean_b}$ ）を表す最小値 0 から該ベルト 71 が完全にトナーに覆われた状態（このとき、 $P_{Smean_c}(n) = P_{S0}$ ）を表す最大値 1 までの値でパッチ画像 I_{vn} の濃度を正規化して表すことができる。

【0140】

こうして各パッチ画像の濃度（より正確にはその評価値）が求まると、その値に基づいて直流現像バイアス V_{avg} の最適値 V_{op} を算出する（ステップ S47）。図 18 は、この実施形態における直流現像バイアスの最適値算出処理を示すフローチャートである。なお、この処理の内容はトナー色によらず同一であるため、図 18 および下記においてはトナー色に対応する評価値の添字（ y 、 c 、 m 、 k ）を省略しているが、評価値およびその目標値については各トナー色毎に異なる値であることはいうまでもない。

【0141】

まず、パラメータ n を 0 に設定し（ステップ S471）、評価値 $A(n)$ 、すなわち $A(0)$ と、先に求めた制御目標値 A_t （例えばブラック色においては A_{kt} ）とを比較する（ステップ S472）。このとき、評価値 $A(0)$ が制御目標値 A_t 以上であれば、直流現像バイアス V_{avg} の最小値 V_0 において目標濃度を超える画

像濃度が得られていることを意味しているから、これより高い現像バイアスについては検討するまでもなく、このときの直流現像バイアス V_0 を最適値 V_{op} として処理を終了する（ステップ S 477）。

【0142】

これに対して、評価値 $A(0)$ が目標値 A_t に達していないときには、1 レベル高い直流現像バイアス V_1 において形成したパッチ画像 I_{v1} についての評価値 $A(1)$ を読み出し、評価値 $A(0)$ との差を求めるとともに、その差が所定の値 Δa 以下であるか否かを判断する（ステップ S 473）。ここで、両者の差が所定の値 Δa 以下である場合には、上記と同様に直流現像バイアス V_0 をその最適値 V_{op} とする。このようにする理由は後に詳述する。

【0143】

一方、両者の差が所定の値 Δa より大きい場合にはステップ S 474 に進み、評価値 $A(1)$ と制御目標値 A_t とを比較する。このとき、評価値 $A(1)$ が目標値 A_t 以上であれば、目標値 A_t は評価値 $A(0)$ より大きくかつ $A(1)$ 以下、すなわち $A(0) < A_t \leq A(1)$ であるから、直流現像バイアス V_0 と V_1 との間に目標の画像濃度を得るための直流現像バイアスの最適値 V_{op} が存在することになる。すなわち、 $V_0 < V_{op} \leq V_1$ である。

【0144】

そこで、このような場合にはステップ S 478 に進み、計算により最適値 V_{op} を求める。この計算方法としては種々の方法が考えられるが、例えば直流現像バイアス V_{avg} に対する評価値の変化を V_0 ないし V_1 の区間で適当な関数に近似し、その関数の値が目標値 A_t となるような直流現像バイアス V_{avg} をその最適値 V_{op} としてもよい。このうち評価値の変化を直線で近似する方法が最も簡単であるが、直流現像バイアス V_{avg} の可変範囲を適当に選ぶことによって十分な精度で最適値 V_{op} を求めることが可能である。もちろんこれ以外の方法、例えばより精確な近似関数を導入して最適値 V_{op} を算出するようにしてもよいが、装置の検出誤差やばらつき等を考慮すると必ずしも現実的でない。

【0145】

一方、ステップ S 474 において評価値 $A(1)$ より目標値 A_t の方が大きい場

合には、 n を 1 だけインクリメントし（ステップ S 4 7 5）、 n が最大値となるまで（ステップ S 4 7 6）上記したステップ S 4 7 3～S 4 7 5 を繰り返して直流現像バイアスの最適値 V_{op} を求めるが、ステップ S 4 7 6 において n が最大値（ $n = 5$ ）となっても最適値 V_{op} が求まらなかった、つまり 6 つのパッチ画像に対応する評価値のいずれもが目標値に達していなかったときには、濃度が最大となる直流現像バイアス V_5 を最適値 V_{op} とする（ステップ S 4 7 7）。

【0146】

このように、この実施形態では、各パッチ画像 $I_{v0} \sim I_{v5}$ に対応する評価値 $A(0) \sim A(5)$ のそれぞれと目標値 A_t とを比較し、その大小関係に基づいて、目標濃度を得るための直流現像バイアスの最適値 V_{op} を求めているが、上記したように、ステップ S 4 7 3 においては、連続する 2 つのパッチ画像に対応する評価値 $A(n)$ と $A(n+1)$ との差が所定値 Δa 以下であるときには直流現像バイアス V_n を最適値 V_{op} とするようになっている。その理由は以下のとおりである。

【0147】

すなわち、図 1 7 (b) に示すように、直流現像バイアス V_{avg} が大きくなるとシート S 上における画像濃度 OD は増加するが、直流現像バイアス V_{avg} が比較的大きい領域ではその増加率は小さくなり、次第に飽和するという特性を示す。これは、ある程度高密度にトナーが付着すると、それ以上にトナー付着量を多くしても画像濃度はあまり増加しないからである。このように画像濃度の増加率が小さくなっている領域において、さらに画像濃度を高めるべく直流現像バイアス V_{avg} を大きくすることは、濃度の増加はさほど見込めないにもかかわらずトナー消費量のみをむやみに増大させることとなり現実的でない。逆に、このような領域では、濃度変化を許容しうる範囲で直流現像バイアス V_{avg} をできるだけ低く設定することによって、画像濃度の低下を最少限に抑えながらトナー消費量を大きく低減することが可能となる。

【0148】

そこで、この実施形態においては、直流現像バイアス V_{avg} に対する画像濃度の増加率が所定値より小さい領域では直流現像バイアスの最適値 V_{op} として可能な限り低い値を設定するようになっている。具体的には、 V_n および V_{n+1} の 2 種の

直流現像バイアス V_{avg} で形成した各パッチ画像 I_{vn} 、 $I_{v(n+1)}$ それぞれの濃度を表す評価値 $A(n)$ と $A(n+1)$ との差が所定値 Δa 以下であった場合には、より低い方の直流現像バイアス、すなわち V_n の値をその最適値 V_{op} として設定するようにしている。ここで、この値 Δa は、それぞれの評価値が Δa だけ異なる 2 つの画像があるとき、両者の濃度の差が肉眼では容易に判別できない程度、もしくはその装置において両者の濃度の差が許容しうる程度となるように選ぶことが望ましい。

【0149】

こうすることによって、画像濃度の増加がほとんどないにもかかわらず直流現像バイアス V_{avg} を必要以上に高い値に設定してしまうことは防止されており、画像濃度とトナー消費量とのトレードオフが図られている。

【0150】

以上のようにして、所定のベタ画像濃度が得られる直流現像バイアス V_{avg} の最適値 V_{op} が、その最小値 V_0 から最大値 V_5 までの範囲のいずれかの値に設定される。なお、この画像形成装置においては、画質向上の観点から、感光体 2 上の静電潜像のうち画像信号に対応してトナーを付着させない部分（非画線部）の表面電位と直流現像バイアス V_{avg} との電位差が常に一定（例えば、325V）となるようにしており、上記のように直流現像バイアス V_{avg} の最適値 V_{op} が求まると、それに応じて帯電制御部 103 から帯電ユニット 3 に与えられる帯電バイアスの大きさも変更されて、上記電位差が一定に保たれている。

【0151】

（E）露光エネルギー設定

引き続いて、露光エネルギー E をその最適値に設定する。図 19 はこの実施形態における露光エネルギーの設定処理を示すフローチャートである。図 19 に示すように、その処理内容は先に述べた現像バイアスの設定処理（図 15）と基本的に同じである。すなわち、まず直流現像バイアス V_{avg} を先に求めた最適値 V_{op} に設定し（ステップ S51）、次いで露光エネルギー E を最小レベルのレベル 0 から 1 レベルずつ増加させながら、各レベルでパッチ画像を形成する（ステップ S52、S53）。そして、各パッチ画像からの反射光量に対応するセンサ出

力 V_p 、 V_s をサンプリングし (ステップ S 5 4)、そのサンプルデータからスパイクノイズを除去するとともに (ステップ S 5 5)、各パッチ画像の濃度を表す評価値を求め (ステップ S 5 6)、その結果に基づいて露光エネルギーの最適値 E_{op} を求める (ステップ S 5 7)。

【0152】

この処理 (図 1 9) において、その処理内容が前記した現像バイアス設定処理 (図 1 5) と相違しているのは、形成するパッチ画像のパターン・個数と、評価値から露光エネルギーの最適値 E_{op} を求める演算処理とであり、その他の点については両者はほぼ共通の処理を行っている。そこで、ここでは主にその相違点について説明する。

【0153】

この画像形成装置では、感光体 2 表面が光ビーム L により露光されることで画像信号に対応した静電潜像が形成されるが、例えばベタ画像のように露光される面積が比較的広い高濃度画像では露光エネルギー E を変化させても静電潜像の電位プロファイルはあまり変化しない。これに対して、例えば細線画像やハーフトーン画像のように露光される領域が感光体 2 表面にスポット的に散在している低濃度画像では、露光エネルギー E によりその電位プロファイルが大きく変化する。このような電位プロファイルの変化はトナー像の濃度変化をもたらす。つまり、露光エネルギー E の変化は、高濃度画像にはあまり影響を及ぼさないのに対し、低濃度画像ではその濃度に大きく影響する。

【0154】

そこで、この実施形態では、まず画像濃度に対する露光エネルギー E の影響が少ないベタ画像を高濃度用パッチ画像として形成し、その濃度に基づいて直流現像バイアス V_{avg} の最適値を求める一方、露光エネルギー E の最適値を求める際には低濃度用パッチ画像を形成するようにしている。そのため、この露光エネルギー設定処理においては、直流現像バイアス設定処理において形成したパッチ画像 (図 1 6) とは異なるパターンのパッチ画像を用いている。

【0155】

なお、露光エネルギー E の高濃度画像に対する影響は小さいものの、その可変

範囲を広くしすぎると高濃度画像の濃度変化も大きくなってしまう。これを防止するため、露光エネルギーEの可変範囲としては、露光エネルギーを最小（レベル0）から最大（レベル3）に変化させたときの高濃度画像（例えばベタ画像）に対応する静電潜像の表面電位の変化が20V以内、より望ましくは10V以内となるようにするのがよい。

【0156】

図20は、低濃度用パッチ画像を示す図である。先に述べたように、この実施形態では露光エネルギーEを4段階に変更設定するようにしており、ここではその各レベルで各1個ずつ、計4個のパッチ画像Ie0～Ie3を形成している。また、ここで用いるパッチ画像のパターンは、図20に示すように、互いに離隔配置された複数の細線により構成されており、より詳しくは、1オン10オフの1ドットラインパターンである。低濃度用パッチ画像のパターンはこれに限定されるものではないが、このようにラインまたはドットが互いに孤立したパターンを用いると、より露光エネルギーEの変化を画像濃度の変化に反映させることができ、より精度よくその最適値を求めることが可能となるのである。

【0157】

また、各パッチ画像の長さL4は、高濃度用パッチ画像の長さL1（図16）より小さく設定されている。これは、この露光エネルギー設定処理では直流現像バイアスVavgが既にその最適値Vopに設定されており、この最適条件の下では感光体2周期での濃度ムラが発生しないからである（逆に、この状態でこのような濃度ムラが発生するようならVopは直流現像バイアスVavgとして最適な値ではない）。しかし、一方で現像ローラ44の変形に伴う濃度ムラが発生している可能性もあるので、パッチ画像の濃度としては現像ローラ44の周長に相当する長さについて平均した値を用いるのが好ましく、そこでパッチ画像の周長L4は現像ローラ44の周長よりは大きくなるように設定している。なお、非接触現像方式の装置において現像ローラ44および感光体2それぞれの表面の移動速度（周速）が同一でない場合には、その周速比を考慮して現像ローラ44の1周分に対応する長さのパッチ画像を感光体2に形成するようにすればよい。

【0158】

また、各パッチ画像の間隔 $L5$ については、図 16 に示す間隔 $L2$ より小さくしてよい。というのは、露光ユニット 6 からの光ビーム L のエネルギー密度は比較的短時間で変更することが可能であり、特にその光源が半導体レーザーで構成されている場合にはきわめて短い時間でそのエネルギー密度を変更することができるからである。このように各パッチ画像の形状およびその配置を構成したことにより、図 20 に示すように、中間転写ベルト 71 の 1 周分に全てのパッチ画像 $I_{e0} \sim I_{e3}$ を形成することが可能となっており、それに伴って処理時間も短縮されている。

【0159】

このようにして形成された低濃度用パッチ画像 $I_{e0} \sim I_{e3}$ については、先に述べた高濃度パッチ画像の場合と同様にしてその画像濃度を表す評価値が求められる。そして、その評価値と、先に述べた高濃度パッチ画像用とは別に用意された低濃度パッチ画像用のルックアップテーブル（図 14 (b)）から導き出される制御目標値とに基づいて露光エネルギーの最適値 E_{op} が算出される。図 21 は、この実施形態における露光エネルギーの最適値算出処理を示すフローチャートである。この処理においても、図 18 に示す現像バイアスの最適値算出処理と同様に、低エネルギーレベルで形成したパッチ画像から順にその評価値を目標値 A_t と比較し、評価値が目標値と一致するような露光エネルギー E の値を求めることでその最適値 E_{op} が決定される（ステップ S571～S577）。

【0160】

ただし、通常用いる露光エネルギー E の範囲では、細線画像濃度と露光エネルギー E との間にはベタ画像濃度と直流現像バイアスとの関係においてみられる飽和特性（図 17 (b)）は現れないため、図 18 のステップ S473 に相当する処理は省かれている。このようにして、所望の画像濃度を得られる露光エネルギー E の最適値 E_{op} が求められる。

【0161】

(F) 後処理

以上のように直流現像バイアス V_{avg} 、露光エネルギー E についてそれぞれの最適値が求められたことにより、これ以降は所定の画像品質での画像形成が可能

な状態となる。したがって、この時点で濃度制御因子の最適化処理を終了し、中間転写ベルト 71 等の回転駆動を停止して装置を待機状態に移行させるようにしてもよいし、さらに他の濃度制御因子を制御すべく何らかの調節動作を行うようにしてもよく、このように後処理の内容は任意であるのでここでは説明を省略する。

【0162】

(G) 最適化処理を実行するタイミング

濃度制御因子の最適化処理は、先に述べた装置電源が投入された時点やユニット交換後のほか、その動作中においても必要に応じて適宜実行される。図 22 はこの実施形態における画像形成動作および動作停止状態を示すフローチャートである。また、図 23 は動作停止時間の長さによる装置の動作の違いを示すタイミングチャートである。

【0163】

この画像形成装置では、図 22 に示すように、ユーザの画像形成要求に伴う画像信号が外部装置からインターフェース 112 を介して入力されたか否かを常時判断している（ステップ S201）。そして、画像信号が与えられた場合には先に述べた一連の画像形成動作を実行して画像信号に対応した画像をシート S 上に形成するのであるが（ステップ S204）、この装置では、後述するように CPU 101 がその内部タイマにより装置が動作停止状態にある時間、つまり動作停止時間 t_s の計時を行っており、画像形成動作を行うのに先立ってこの動作停止時間 t_s と所定の値 t_1 とを比較して（ステップ S202）、動作停止時間 t_s が t_1 より小さい場合にはステップ S203 をスキップして直ちに画像形成動作を行う一方、動作停止時間 t_s が t_1 以上である場合には、上述した濃度制御因子の最適化処理を実行し（ステップ S203）、その後、与えられた画像信号に対応した画像形成を行う（ステップ S204）。

【0164】

そして、さらに必要に応じてこの画像形成動作を繰り返すことで（ステップ S205）、所定枚数の画像を形成する。こうして一連の画像形成動作が終了すると、中間転写ベルト 71 等の回転駆動を停止するとともに現像バイアスおよび帯

電バイアス等の印加を停止し、装置は動作停止状態に移行する（ステップ S 2 0 6）。この時、より詳しくは帯電制御部 1 0 3 から帯電ユニット 3 に与える帯電バイアスの出力を停止した時点で、CPU 1 0 1 が内部タイマをリセットするとともにその計時を開始し（ステップ S 2 0 7）、再びステップ S 2 0 1 に戻って画像信号が入力されるのを待つ。つまり、この実施形態では、CPU 1 0 1 がその内部タイマにより、装置が動作停止状態にある時間、すなわち動作停止時間 t_s を計時している。

【0165】

このとき、直ちに次の画像信号が与えられれば、上記と同様にして必要枚数の画像を形成し、その後、再び内部タイマによる計時が開始されるが（ステップ S 2 0 7）、画像信号が与えられていない場合にはそのまま計時は継続されてステップ S 2 0 8 に進む。そして、動作停止時間 t_s が所定の時間 t_2 （ただし、 $t_2 > t_1$ ）に達したときにはステップ S 2 0 9 に進んで先に述べた濃度制御因子の最適化処理を実行し、さらにステップ S 2 0 7 に進んで内部タイマをいったんリセットした後ステップ S 2 0 1 に戻るが、ステップ S 2 0 8 において動作停止時間 t_s が時間 t_2 に達していなかったときにはそのままステップ S 2 0 1 に戻る。

【0166】

つまり、この装置では、ユーザの画像形成要求に応じた画像形成動作もしくは濃度制御因子の最適化処理の終了後、新たな画像形成要求がない場合には、動作停止状態に移行して新たな画像信号が入力されるのを待っている。このとき、内部タイマによって動作停止時間 t_s の計時が続けられており、新たな画像信号がどのタイミングで与えられるかによって、装置の動作は以下の 3 つの態様に分かれる。

【0167】

(G-1) $t_s < t_1$ のとき (図 2 3 (a))

動作停止時間 t_s が所定の時間 t_1 に達する前に新たな画像信号が入力された場合である。このとき、図 2 2 のステップ S 2 0 3 はスキップされるから、図 2 3 (a) に示すように、画像信号に対応して直ちに画像形成動作が実行される。そして、その終了後に内部タイマはリセットされて再び動作停止時間 t_s はゼロか

ら計時が開始される。

【0168】

このように、先の画像形成を行ってからさほど時間が経過していない場合には、大きな画像濃度の変化はないと考えられるので、入力された画像信号に対応して直ちに画像形成動作を実行することにより、所定の画像品質の画像を速やかに形成することができる。

【0169】

(G-2) $t_1 \leq t_s < t_2$ のとき (図 23 (b))

動作停止時間 t_s が時間 t_1 に達し、かつ時間 t_2 に達する前に新たな画像信号が与えられたときには、図 22 に示すステップ S 203 が実行される。したがって、図 23 (b) に示すように、画像信号が入力された後、まず濃度制御因子の最適化処理が行われ、引き続いて画像信号に対応した画像形成が行われる。このときの最適化処理では、引き続いて画像形成動作を行うため、その後処理 (図 5 に示すステップ S 6) においては装置を動作停止状態に移行させる必要は必ずしもない。

【0170】

このように、動作停止時間 t_s が所定の時間 t_1 以上となったときには画像形成を行うのに先立って濃度制御因子の最適化処理を実行することにより、先の画像形成を行ってから比較的長い時間が経過した後であっても、所定の画像品質を有する画像を形成することができる。

【0171】

(G-3) $t_s = t_2$ のとき (図 23 (c))

新たな画像信号が入力されないまま動作停止時間 t_s が時間 t_2 に達した場合である。このとき、図 22 のステップ S 209 における濃度制御因子の最適化処理が実行される。したがって、図 23 (c) に示すように、動作停止時間 t_s が t_2 に達した時点で濃度制御因子の最適化処理が実行される。このときには、続いて画像形成を行う必要がないので、その後処理においては装置を動作停止状態に移行させるのが好ましい。そして、このときにも内部タイマがリセットされるから、なおも画像信号が入力されない状態が継続しさらに時間 t_2 が経過すれば、同

様にして濃度制御因子の最適化処理が実行される。

【0172】

このように、この画像形成装置では、画像信号が与えられていなくても、一定の時間が経過する毎に濃度制御因子の最適化処理が実行されることでパッチ画像としてのトナー像形成が行われており、動作停止時間 t_s が時間 t_2 を超えることがないので、放置バンディング現象に起因する濃度ムラの発生は効果的に抑制されている。

【0173】

また、こうして濃度制御因子の最適化処理を行った後、時間 t_1 が経過する前に新たな画像信号が与えられたときには、直ちにその画像信号に対応した画像を形成することができる。

【0174】

上記のように、この実施形態では、時間 t_1 および t_2 が、本発明の「第1休止時間」および「第2休止時間」にそれぞれ相当するものである。ここで、この第1および第2休止時間 t_1 および t_2 を如何に設定するかが問題となる。すなわち、パッチ画像を形成する度にトナーが消費されるため、装置のランニングコストを低く抑えるためにはパッチ画像形成の頻度はできる限り少なくする必要がある、その観点からは第1、第2休止時間ともできるだけ長くするのが好ましい。一方、動作停止時間が長くなると放置バンディング現象による濃度ムラが現れるため、画像品質維持の観点からは第2休止時間 t_2 をできるだけ短くするのが好ましい。このように、第1、第2休止時間 t_1 、 t_2 は一義的に決め難いので、装置の仕様やトナーの特性等に応じて適宜設定する必要がある。例えば、動作停止時間 t_s と放置バンディング現象による濃度ムラの程度との対応関係において、濃度ムラを許容しうる動作停止時間 t_s の最大値を第1休止時間 t_1 とする一方、パッチ画像に生じる濃度ムラが濃度制御因子の最適化処理に支障を来さない動作停止時間 t_s の最大値を第2休止時間 t_2 とすることができる。

【0175】

なお、この実施形態の画像形成装置は、画像信号が入力されない状態が長時間続いても、一定時間毎に濃度制御因子の最適化処理を行うことで装置が一時的に

動作停止状態を脱するように構成されている。そして、パッチ画像を形成するのに先立って現像ローラ 44 を 1 周以上空回しすることで放置バンディング現象の低減を図っている。

【0176】

しかしながら、上記したように、一定時間毎にパッチ画像の形成を行うことによって放置バンディング現象の進行を抑制することができるので、この現像ローラ 44 の空回し動作は必ずしも必須要件ではない。すなわち、上記実施形態のプレ動作（図 7）において、現像ローラ 44 の空回し動作（プレ動作 2）を行わず、プレ動作 1 のみを実行するようにしてもよい。前述したように、現像ローラ 44 の回転によってトナーの特性がわずかながら変化するが、プレ動作 2 を実行しないことでこの特性変化を最少限に抑えることが可能である。

【0177】

ここで、プレ動作 2 を実行するか否かについては、例えば装置に要求される画質の程度によって決めることができる。すなわち、より高画質を要求される用途に対しては、プレ動作 2 を実行することで濃度制御因子をより高精度に最適化するようにする一方、トナーのランニングコストなど経済性をより重視する用途に対してはプレ動作 2 を実行しない、というように使い分けることができる。

【0178】

また、この実施形態では、動作停止時間 t_s が第 1 休止時間 t_1 以上で画像信号が与えられたとき、および、動作停止時間 t_s が第 1 休止時間 t_1 より大きい第 2 休止時間 t_2 に達したときに、濃度制御因子の最適化処理を実行し（図 22）、しかも、その最適化処理では、パッチ画像の形成に先立って現像ローラ 44 の空回し動作を行っている。

【0179】

この処理（図 22）を、図 24 に示すように一部変更して実行するようにしてもよい。図 24 は、この実施形態における画像形成動作および動作停止状態の変形例を示すフローチャートである。この変形例では、そのステップ S301 において、画像信号の入力がなかった場合には同じステップ S301 に戻る。したがって、画像信号が入力されるまでは動作停止状態のままとなる。また、ステップ

S302において、動作停止時間 t_s を所定の第3休止時間 t_3 と比較することで処理を変えるようにしている。

【0180】

すなわち、動作停止時間 t_s が第3休止時間 t_3 未満で画像信号の入力があった場合には、直ちに入力画像信号に対応した画像形成動作を行う（ステップS304）。一方、動作停止時間 t_s が時間 t_3 以上になってから画像信号の入力があった場合には、濃度制御因子の最適化処理（ステップS303）を行った後に、該画像信号に応じた画像形成動作（ステップS304）を行う。ただし、ここでの最適化処理においては、前述した現像ローラ44の周回動作（図7に示すプレ動作2）を必ず実行するものとする。上記以外の処理については、図22に示す処理とその内容は同一である。

【0181】

このようにする根拠は以下の通りである。すなわち、この変形例では、画像信号に対応したトナー像を形成するのに先立って、まず現像ローラ44の周回動作（プレ動作2）を行い、その後にパッチ画像の形成動作を行うことにより、放置バンディング現象によるパッチ画像の濃度ムラの発生を抑えている。これら2つの動作はそれぞれ単独でも放置バンディング現象を低減する効果を有しており、これらを相次いで実行することでその効果はさらに顕著なものとなる。

【0182】

このように、これら2つの動作を連続して行うことで放置バンディング現象を効果的に解消できるから、例えば、放置バンディング現象がさほど強く現れない場合などのように、上記した実施形態で行っている「一定時間ごとに濃度制御因子の最適化処理を行う」という動作を省くことができる場合がある。例えば、1日の平均的な連続稼動時間が8時間程度の画像形成装置において、その時間の半分程度、すなわち4時間程度の動作停止時間ならば放置バンディング現象による濃度ムラが許容できる程度であるような場合である。

【0183】

そこで、このような装置では、例えば動作停止時間 t_s が4時間未満で画像信号が与えられたときにはその画像信号に応じて直ちにトナー像形成を行う一方、

動作停止時間 t_s が 4 時間以上を経過して画像信号が与えられたときには、現像ローラ 44 の周回動作を伴う濃度制御因子の最適化処理を実行してからトナー像形成を行うようにすることで、放置バンディング現象による濃度ムラの発生を抑えて画質の良好なトナー像を安定して形成することが可能となる。これは、本発明において、第 3 休止時間を 4 時間とした場合に相当するものである。

【0184】

(III) 効果

以上のように、この画像形成装置では、外部装置から与えられる画像信号に対応して、もしくは、濃度制御因子の最適化処理においてパッチ画像を形成することによって、一定の期間、すなわち第 2 休止時間 t_2 以内の時間間隔で何らかのトナー像が形成されている。そのため、装置の電源が投入された状態では動作停止状態が時間 t_2 を超えて継続することはなく、放置バンディング現象による画像への濃度ムラの発生が効果的に抑制されている。しかも、動作停止時間 t_s が時間 t_2 に達する前であっても、比較的長い時間 t_1 以上が経過した後に画像信号が入力された場合には、画像形成を行うのに先立ち濃度制御因子の最適化処理を行っているので、このような場合にも良好な画質のトナー像を形成することが可能である。

【0185】

また、濃度制御因子の最適化処理を行う際には、パッチ画像を形成するのに先立って現像ローラ 44 の空回し（周回動作）を行えば、より均一化されたトナーによりパッチ画像を形成することができ、その画像濃度に基づき直流現像バイアス V_{avg} および露光エネルギー E の最適値を精度よく求めることが可能となる。そして、このように最適化された条件の下で画像形成を行うことにより、この画像形成装置では、画質の良好なトナー像を安定して形成することができる。

【0186】

図 25 は、図 24 の処理における動作停止時間の長さと装置の動作との関係を示すタイミングチャートである。図 24 に示す処理を行った場合、画像形成動作を終了してからの動作停止時間 t_s が所定の第 3 休止時間 t_3 未満で画像信号が入力されたとき、図 25 (a) に示すように、画像信号入力に応じて直ちに画像形

成動作が実行される。

【0187】

一方、図25(b)に示すように、動作停止時間 t_s が時間 t_3 以上のときに画像信号が入力された場合には、画像形成動作の実行に先立って、現像ローラの周回動作を伴う最適化処理が実行される。このように、動作停止状態が長く続いた後に画像形成を行う場合には、それに先立って、周回動作を伴う最適化処理を実行することで、放置バンディング現象に起因する濃度ムラの発生を抑制することができる。また、パッチ画像形成に先立って現像ローラの周回動作を行うことで、パッチ画像に放置バンディング現象の影響が及ぶのを防止することができる。

【0188】

このように、所定の第3休止時間以上にわたって動作停止状態が継続した場合には、まずトナー担持体を回転させることでトナー担持体上のトナーの不均一性を緩和し、引き続いて濃度制御因子の最適化処理を実行することで濃度制御因子を最適な状態に設定することができる。そして、こうして最適化された状態で画像形成要求に対応するトナー像を形成することで、濃度ムラが少なく画質の良好なトナー像を安定して形成することができる。

【0189】

また、濃度センサ60により、パッチ画像を形成する前と後との両方で中間転写ベルト71上のパッチ画像領域からの反射光量を検出し、それらの検出結果からパッチ画像濃度に対応する評価値を算出しているため、パッチ画像形成前のパッチ画像領域の変色や傷等による反射光量の変化の影響を排除して、パッチ画像の濃度を精度よく求めることができる。

【0190】

しかも、現像バイアスを最小に設定して現像ローラ44から感光体2へのトナー移動が起こりにくい条件を現出し、トナーが中間転写ベルト71に付着して検出結果に影響を及ぼすのを効果的に防止しつつ、これと時間的に並行して中間転写ベルト71からの反射光量を検出するようにしているため、濃度制御因子の最適化処理を短時間にて行うことができる。

【0191】

(IV) その他

本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記した実施形態では、濃度センサ 60 を中間転写ベルト 71 の表面に対向配置し、中間転写ベルト 71 に一次転写されたパッチ画像としてのトナー像の濃度を検出するように構成しているが、これに限定されるものではなく、例えば濃度センサを感光体 2 の表面に向けて配置し、感光体 2 上に現像されたパッチ画像としてのトナー像の濃度を検出するようにしてもよい。

【0192】

また、例えば、上記した実施形態では、濃度センサ 60 は、中間転写ベルト 71 の表面に向けて光を照射するとともにその表面から反射される光量を検出する反射型フォトセンサにより構成されているが、これ以外にも、例えば濃度センサの発光素子と受光素子とを中間転写ベルトを挟んで対向するように設置し、中間転写ベルトを透過する光量を検出するようにしてもよい。

【0193】

また、例えば、上記した実施形態では、高濃度用パッチ画像としてベタ画像を、また低濃度用パッチ画像として 1 オン 10 オフの複数の 1 ドットラインからなる画像を用いているが、各パッチ画像のパターンはこれに限定されるものでなく、他のパターンのハーフトーン画像等であってもよい。

【0194】

また、例えば、上記した実施形態における濃度制御因子の最適化処理は、各現像器を順番に現像位置に位置させて各現像ローラ 44 の空回しを行った後に、改めて各現像器を切り換えながら順次パッチ画像を形成するように構成されているが、各現像器ごとに現像ローラの空回しとパッチ画像の形成を連続して行うようにしてもよい。このようにした場合には、現像器の切り換え動作の回数を減らすことができるので、例えば待機状態での静粛性が要求される装置では、このように構成することで現像器の切り換えに伴って生じる動作音の頻度を最少限に抑えることが可能となる。

【0195】

また、上記した実施形態における濃度制御因子の最適化処理の手順はその一例を示したものであって、これ以外の手順であってもよい。例えば、本実施形態では画像形成動作および濃度制御因子の最適化処理をいずれもイエロー、シアン、マゼンタ、ブラックの順序で実行するようにしているが、これ以外の順序であってもよい。

【0196】

また、上記した実施形態では、中間転写ベルト71の下地プロファイルとして濃度センサ60の出力を中間転写ベルト71の1周分についてサンプリングした各サンプルデータを記憶するようにしているが、後にパッチ画像が形成される位置からのサンプルデータのみを記憶するようにしてもよく、こうすることで記憶すべきデータ量を削減することが可能である。この場合には、中間転写ベルト71への各パッチ画像の形成位置をできるだけ一致させるようにすれば、各パッチ画像について共通の下地プロファイルを使用して演算を行うことができさらに効果的である。

【0197】

また、上記した実施形態では、画像濃度を制御する濃度制御因子としての直流現像バイアスおよび露光エネルギーを可変としているが、これらのうち一方のみを可変として画像濃度を制御するようにしてもよく、また他の濃度制御因子を用いるようにしてもよい。さらに、上記実施形態では、帯電バイアスが直流現像バイアスに追従して変化するように構成されているが、これに限定されるものでなく、帯電バイアスを固定としたり、直流現像バイアスとは独立して変更できるようにしてもよい。

【0198】

また、上記した実施形態は、感光体2上で現像されたトナー像を一時的に担持する中間媒体としての中間転写ベルト71を有する画像形成装置であるが、転写ドラムや転写ローラなど他の中間媒体を有する画像形成装置や、中間媒体を備えず感光体2上に形成されたトナー像を最終的な転写材であるシートSに直接転写するように構成された画像形成装置に対しても本発明を適用することができる。

【0199】

また、上記した実施形態は、イエロー、シアン、マゼンタ、ブラックの4色のトナーを用いてフルカラー画像を形成可能に構成された画像形成装置であるが、使用するトナー色およびその色数はこれに限定されるものでなく任意であり、例えばブラックトナーのみを用いてモノクロ画像を形成する装置に対しても本発明を適用することが可能である。

【0200】

さらに、上記実施形態では、装置外部からの画像信号に基づき画像形成動作を実行するプリンタに本発明を適用しているが、ユーザの画像形成要求、例えばコピーボタンの押動に応じて装置内部で画像信号を作成し、その画像信号に基づき画像形成動作を実行する複写機や、通信回線を介して与えられた画像信号に基づき画像形成動作を実行するファクシミリ装置に対しても本発明を適用可能であることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 この発明にかかる画像形成装置の一実施形態を示す図である。
- 【図2】 図1の画像形成装置の電氣的構成を示すブロック図である。
- 【図3】 この画像形成装置の現像器を示す断面図である。
- 【図4】 濃度センサの構成を示す図である。
- 【図5】 この実施形態における濃度制御因子の最適化処理の概要を示すフローチャートである。
- 【図6】 この実施形態における初期化動作を示すフローチャートである。
- 【図7】 この実施形態におけるプレ動作を示すフローチャートである。
- 【図8】 中間転写ベルトの下地プロファイルの例を示す図である。
- 【図9】 この実施形態におけるスパイクノイズ除去処理を示すフローチャートである。
- 【図10】 この実施形態におけるスパイクノイズ除去の様子を示す図である。
- 【図11】 トナーの粒径と反射光量との関係を示す模式図である。
- 【図12】 トナーの粒径分布とOD値の変化との対応を示す図である。
- 【図13】 この実施形態における制御目標値の導出プロセスを示すフロー

チャートである。

【図 14】 制御目標値を求めるルックアップテーブルの例を示す図である。

【図 15】 この実施形態における現像バイアス設定処理を示すフローチャートである。

【図 16】 高濃度用パッチ画像を示す図である。

【図 17】 感光体周期で生じる画像濃度の変動を示す図である。

【図 18】 この実施形態における直流現像バイアスの最適値算出処理を示すフローチャートである。

【図 19】 この実施形態における露光エネルギーの設定処理を示すフローチャートである。

【図 20】 低濃度用パッチ画像を示す図である。

【図 21】 この実施形態における露光エネルギーの最適値算出処理を示すフローチャートである。

【図 22】 この実施形態における画像形成動作および動作停止状態を示すフローチャートである。

【図 23】 動作停止時間の長さによる装置の動作の違いを示すタイミングチャートである。

【図 24】 この実施形態における画像形成動作および動作停止状態の変形例を示すフローチャートである。

【図 25】 図 24 の処理における動作停止時間の長さと装置の動作との関係を示すタイミングチャートである。

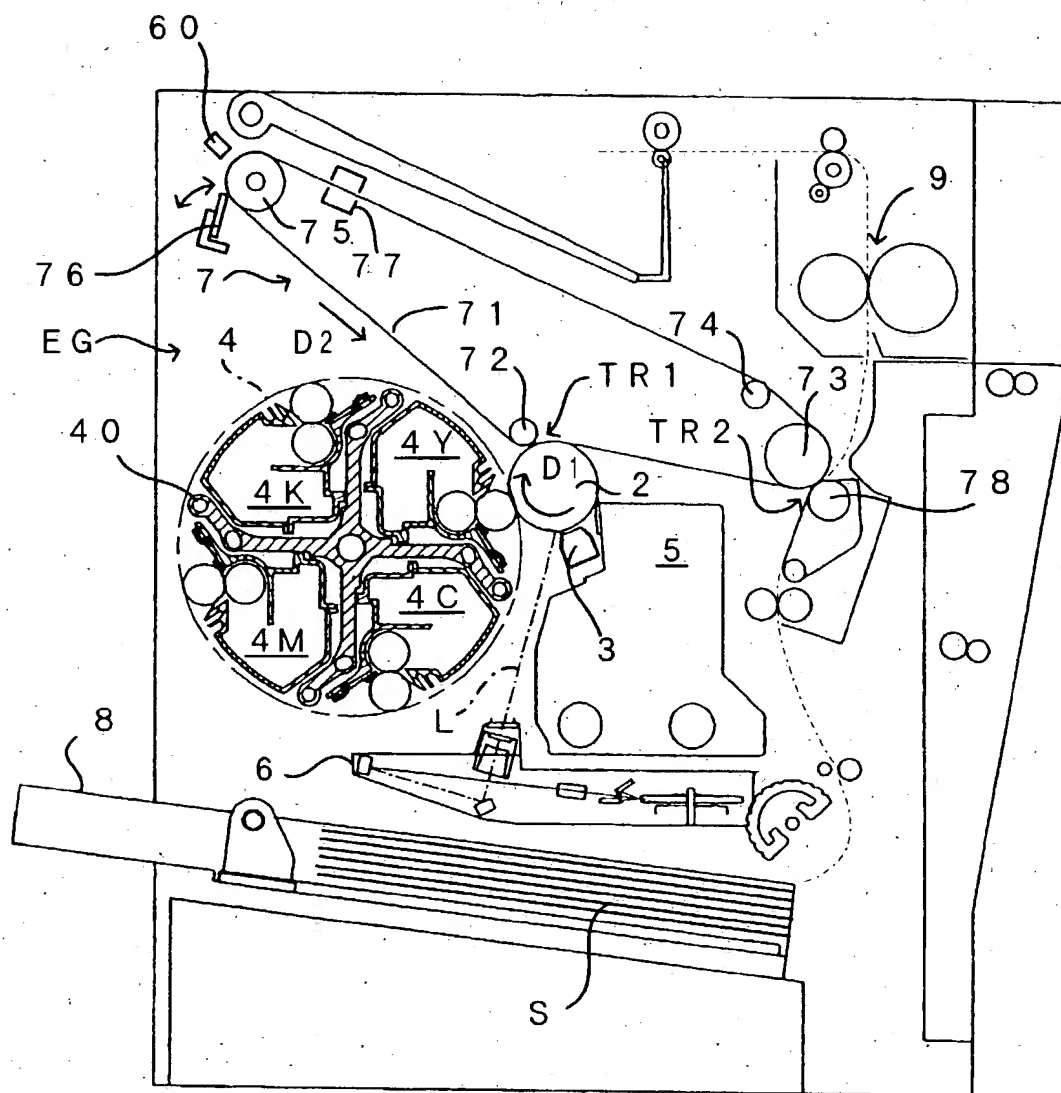
【符号の説明】

2…感光体（像担持体）、 3…帯電ユニット（帯電手段）、 4…現像ユニット、 4 Y、4 C、4 M、4 K…現像器、 6…露光ユニット（露光手段）、 10…エンジンコントローラ（像形成手段）、 11…メインコントローラ、 44…現像ローラ（トナー担持体）、 71…中間転写ベルト、 101…CPU、 60…濃度センサ、 EG…エンジン部、 ts…動作停止時間

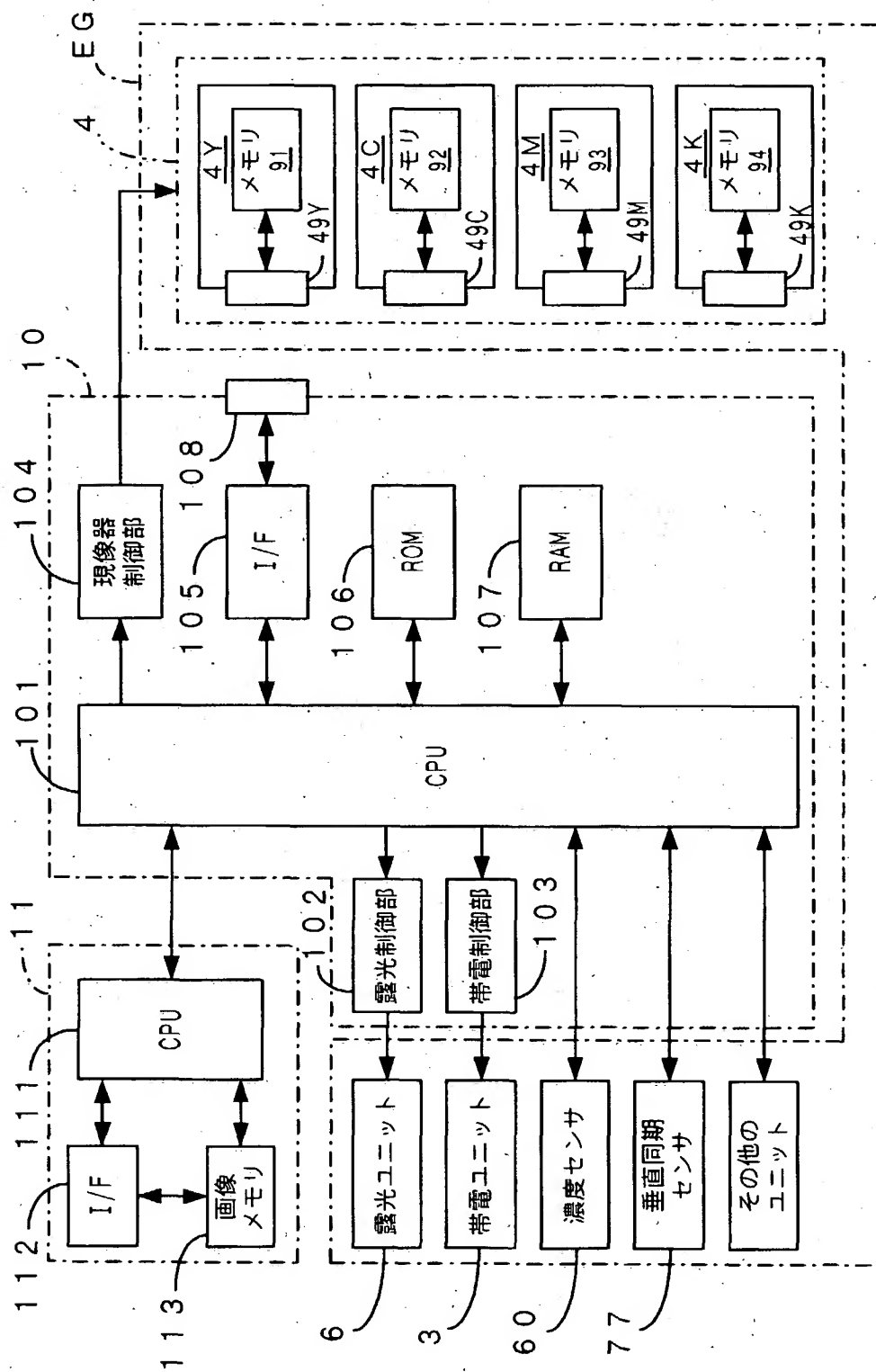
【書類名】

図面

【図 1】

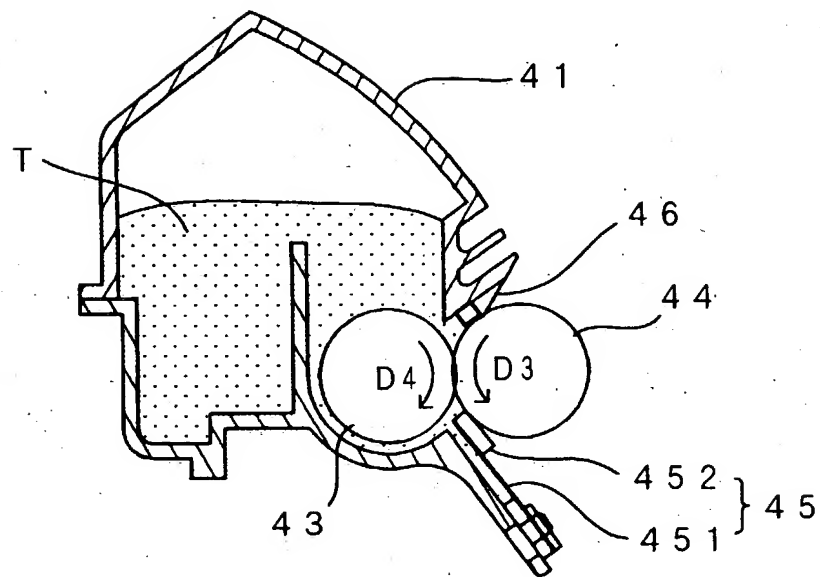


【図 2】

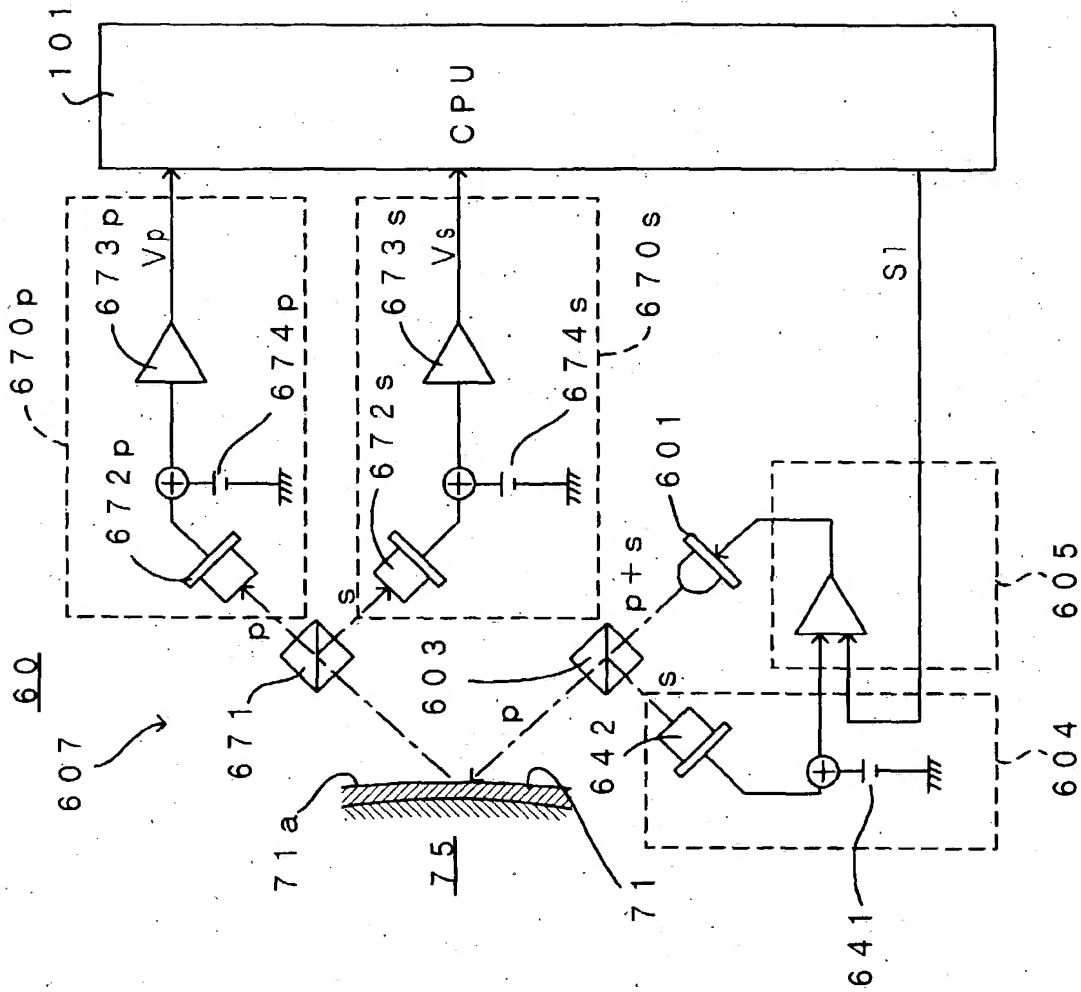


【図 3】

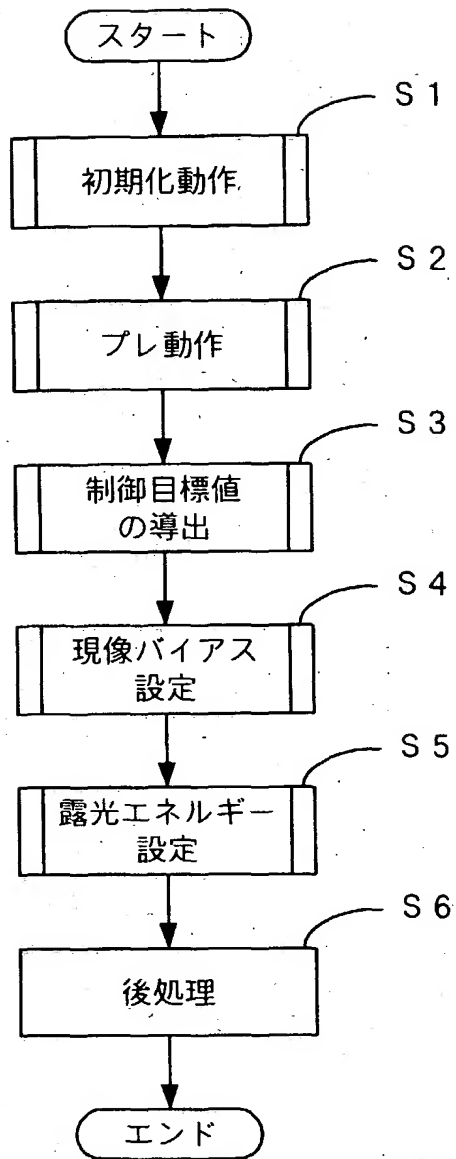
4K (4C、4M、4Y)



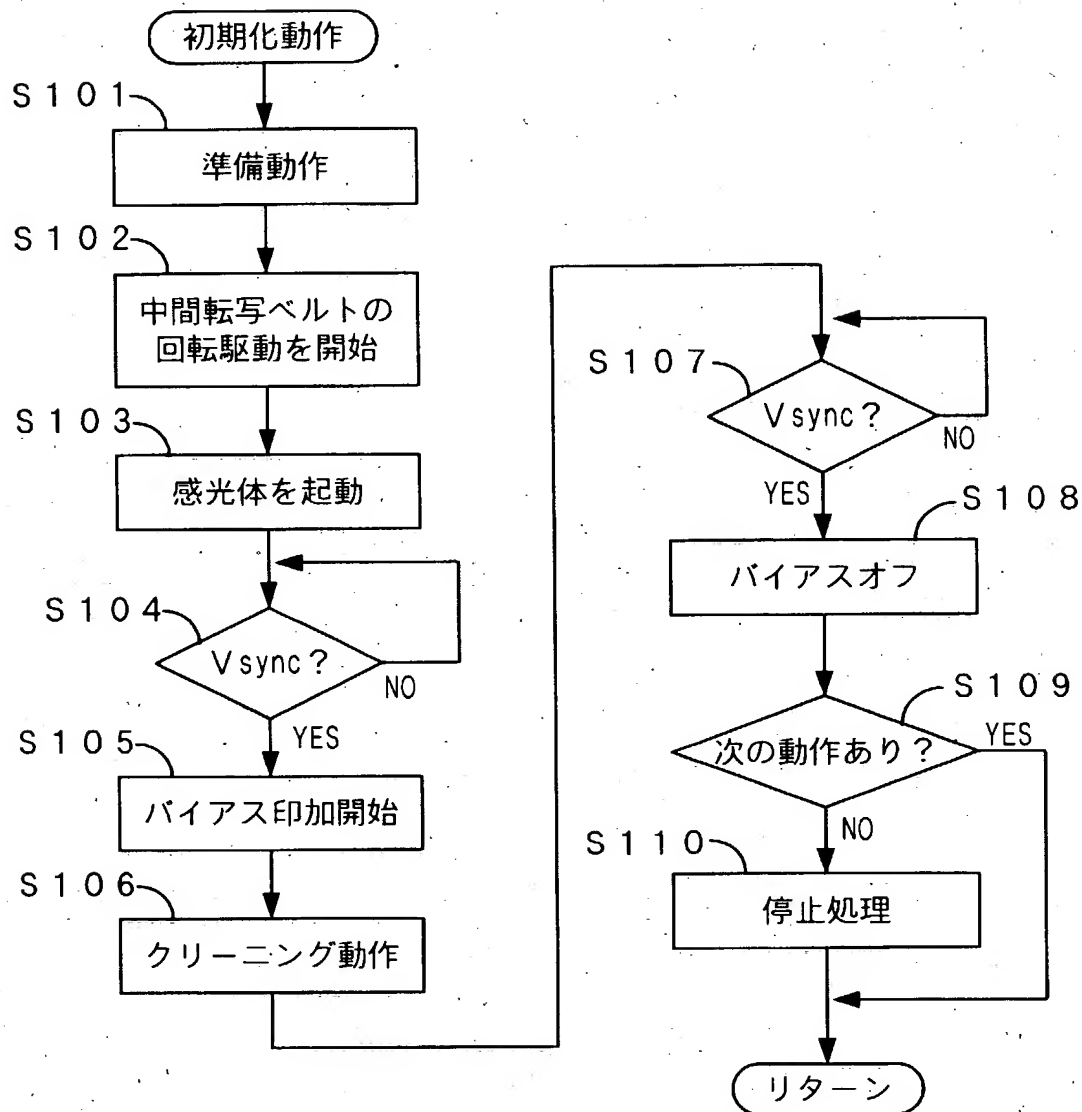
【図 4】



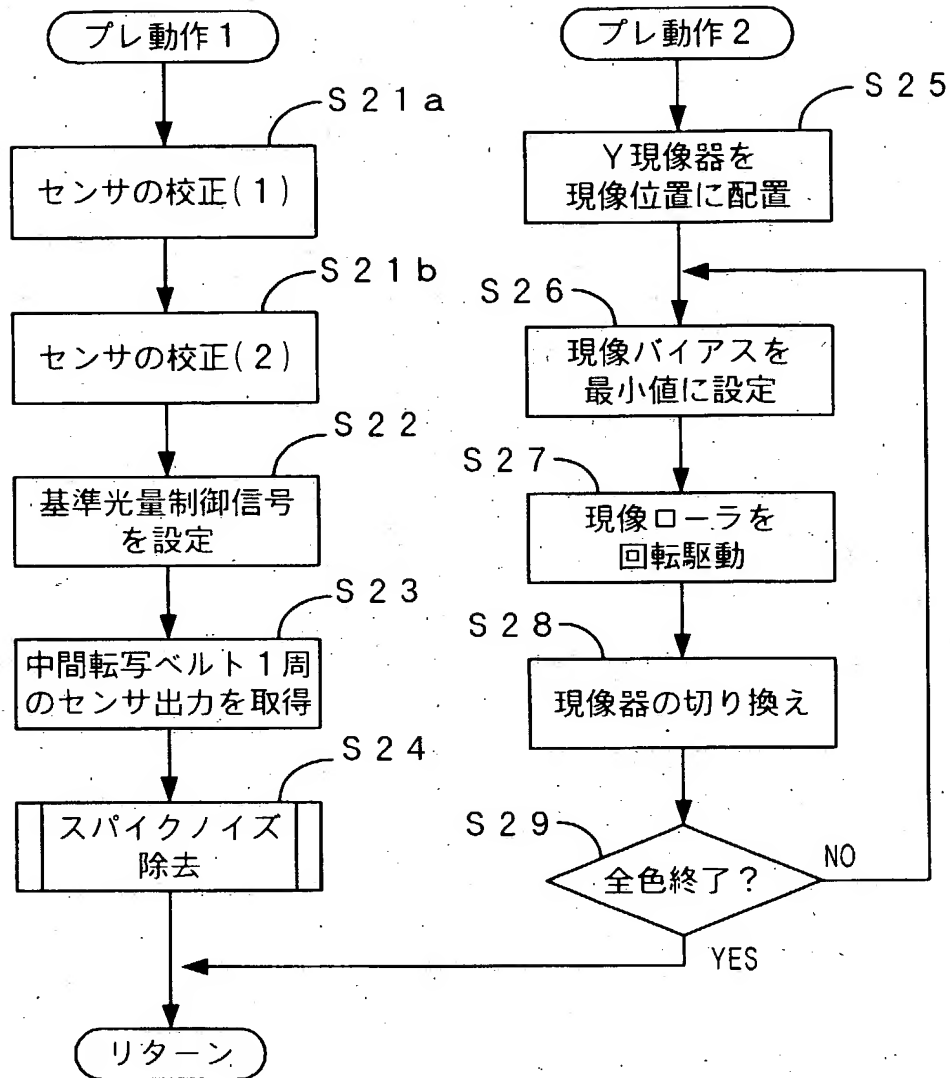
【図 5】



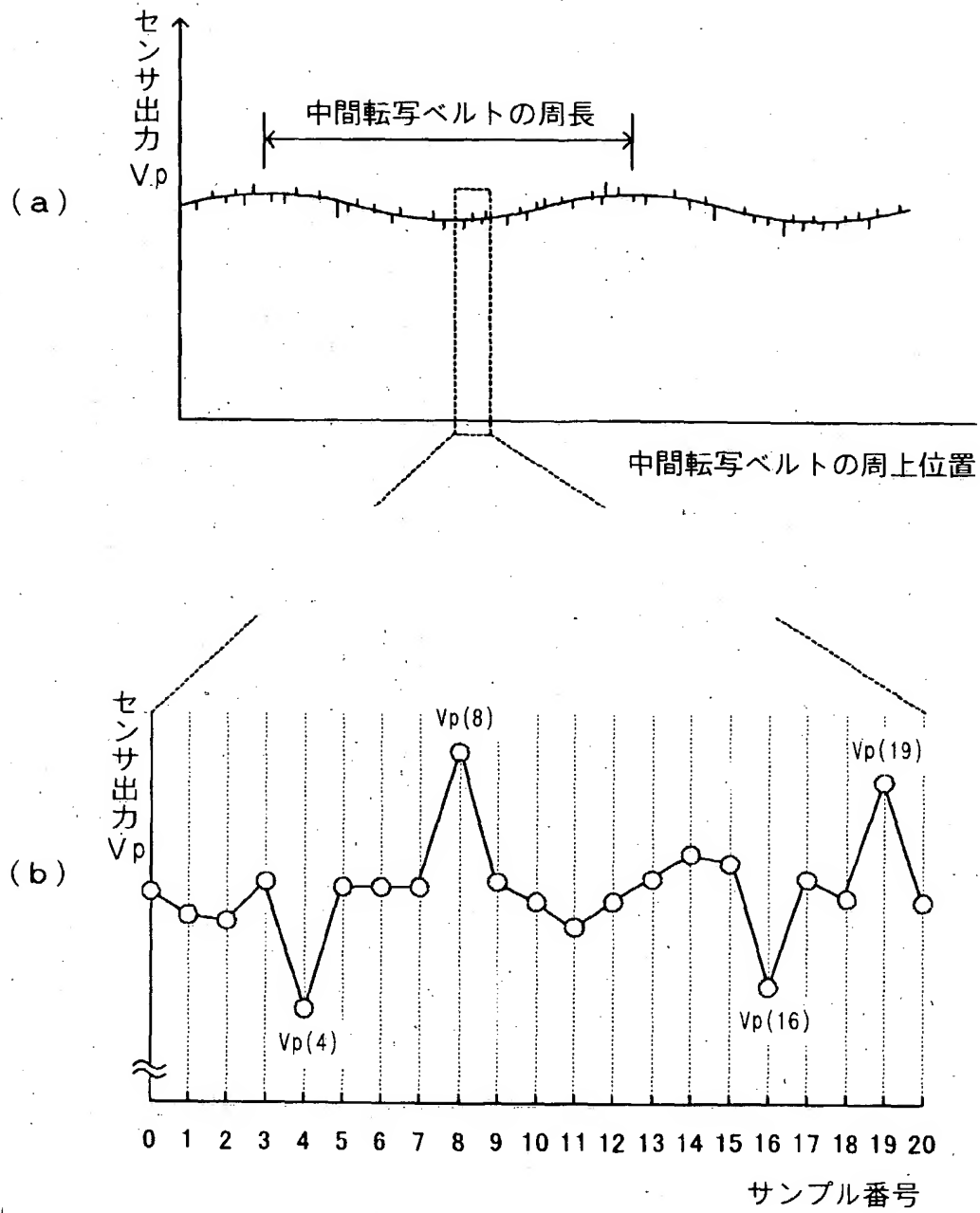
【図6】



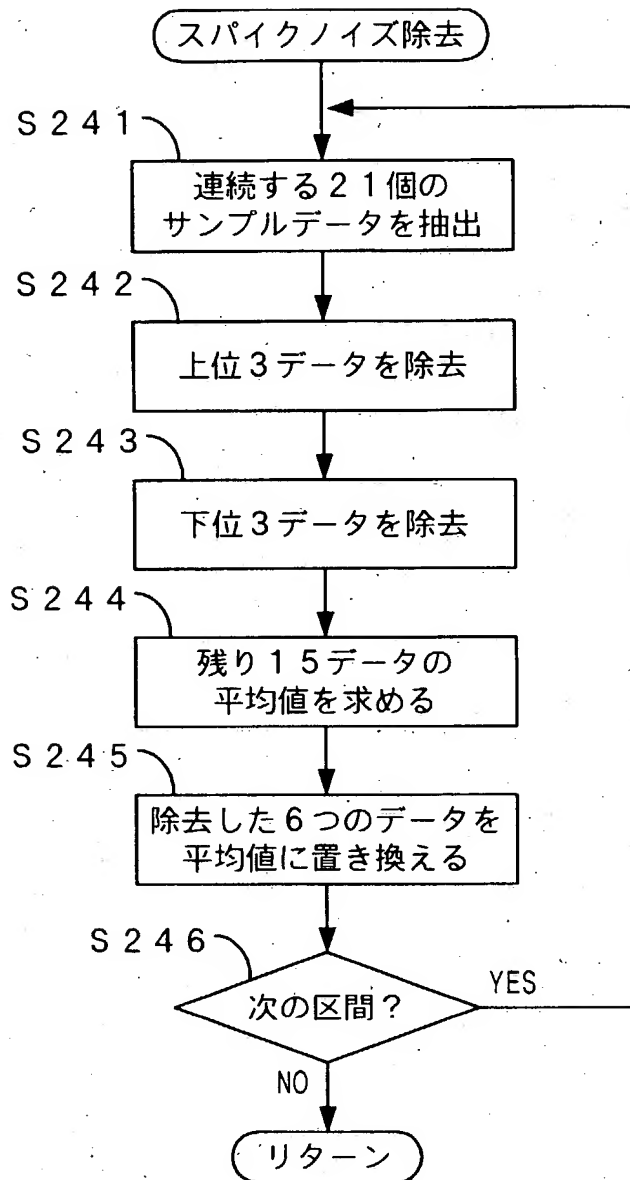
【図 7】



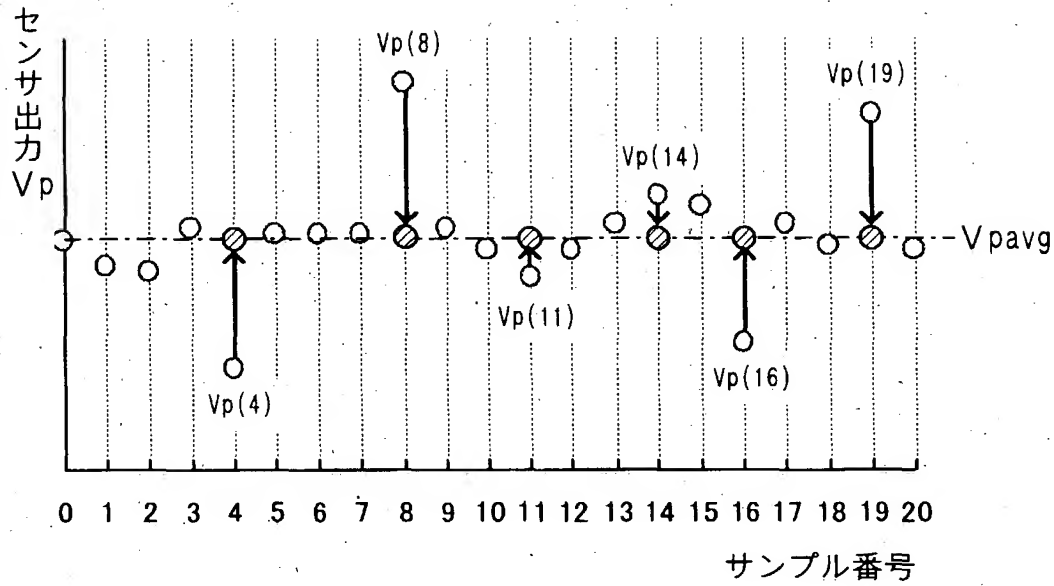
【図 8】



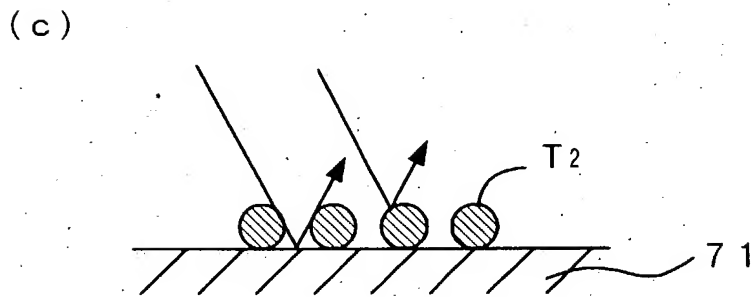
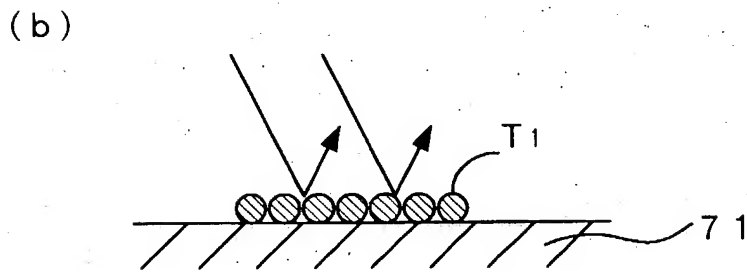
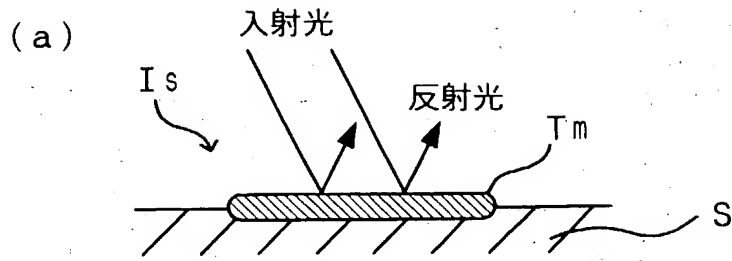
【図 9】



【図 10】

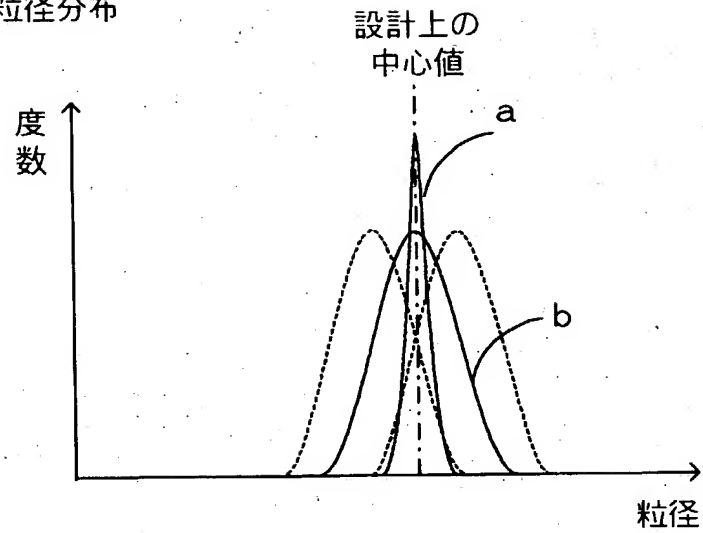


【図 11】

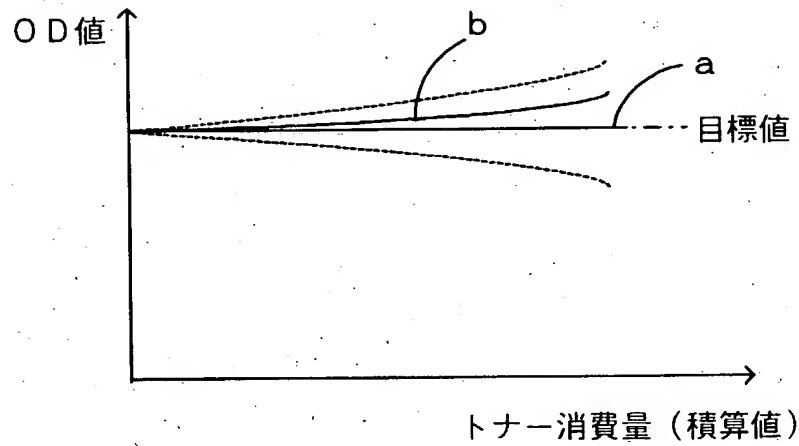


【図 12】

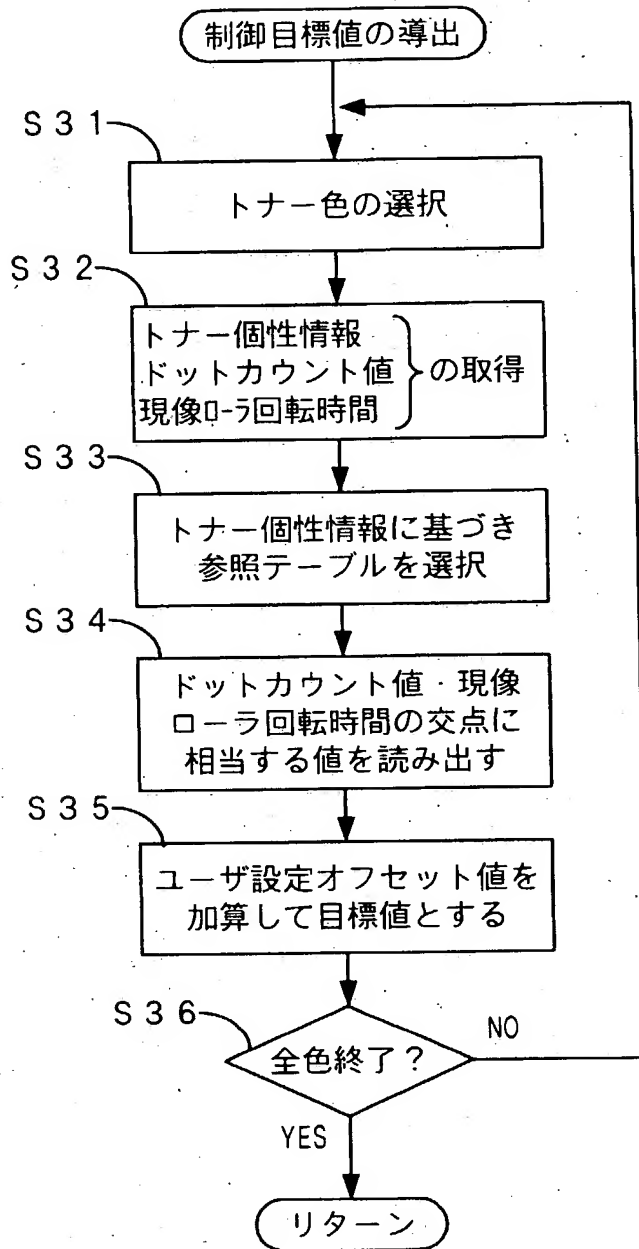
(a) 粒径分布



(b) OD 値の変化



【図13】



【図 14】

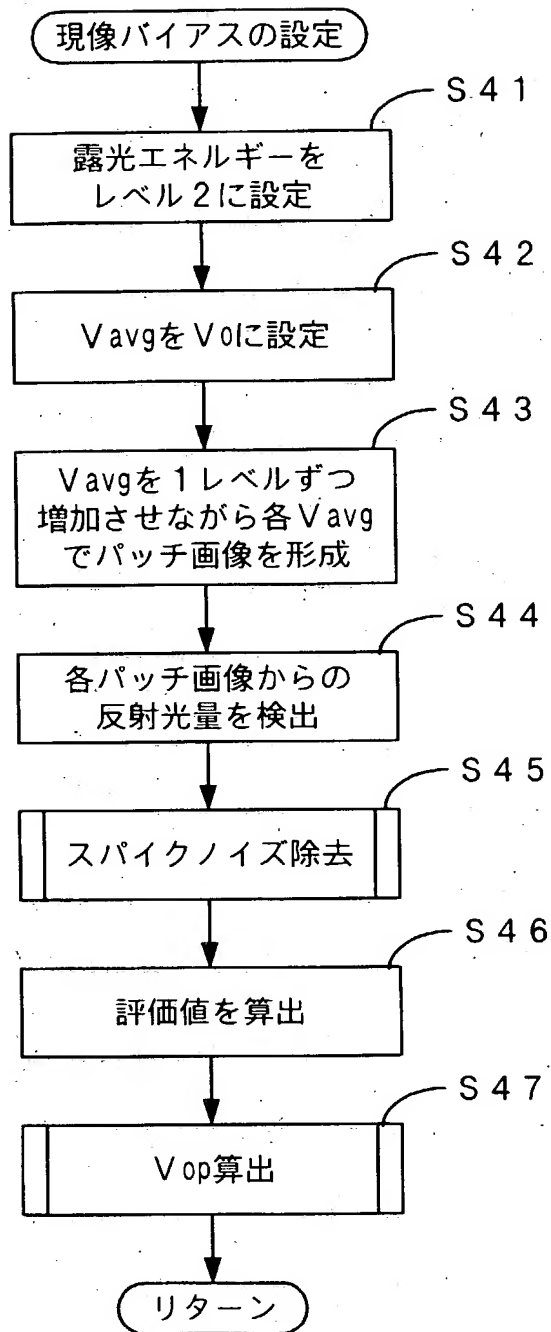
(a) 高濃度用パッチ画像

トナー個性情報 ="0"		現像ローラ回転時間(sec)			
		～1325	～3975	～6625	～10600
ドット カウント 値	～1000000	0.990	0.988	0.984	0.982
	～2000000	0.988	0.984	0.982	0.982
	～6666666	0.984	0.982	0.982	0.982
	～12000000	0.982	0.982	0.982	0.982

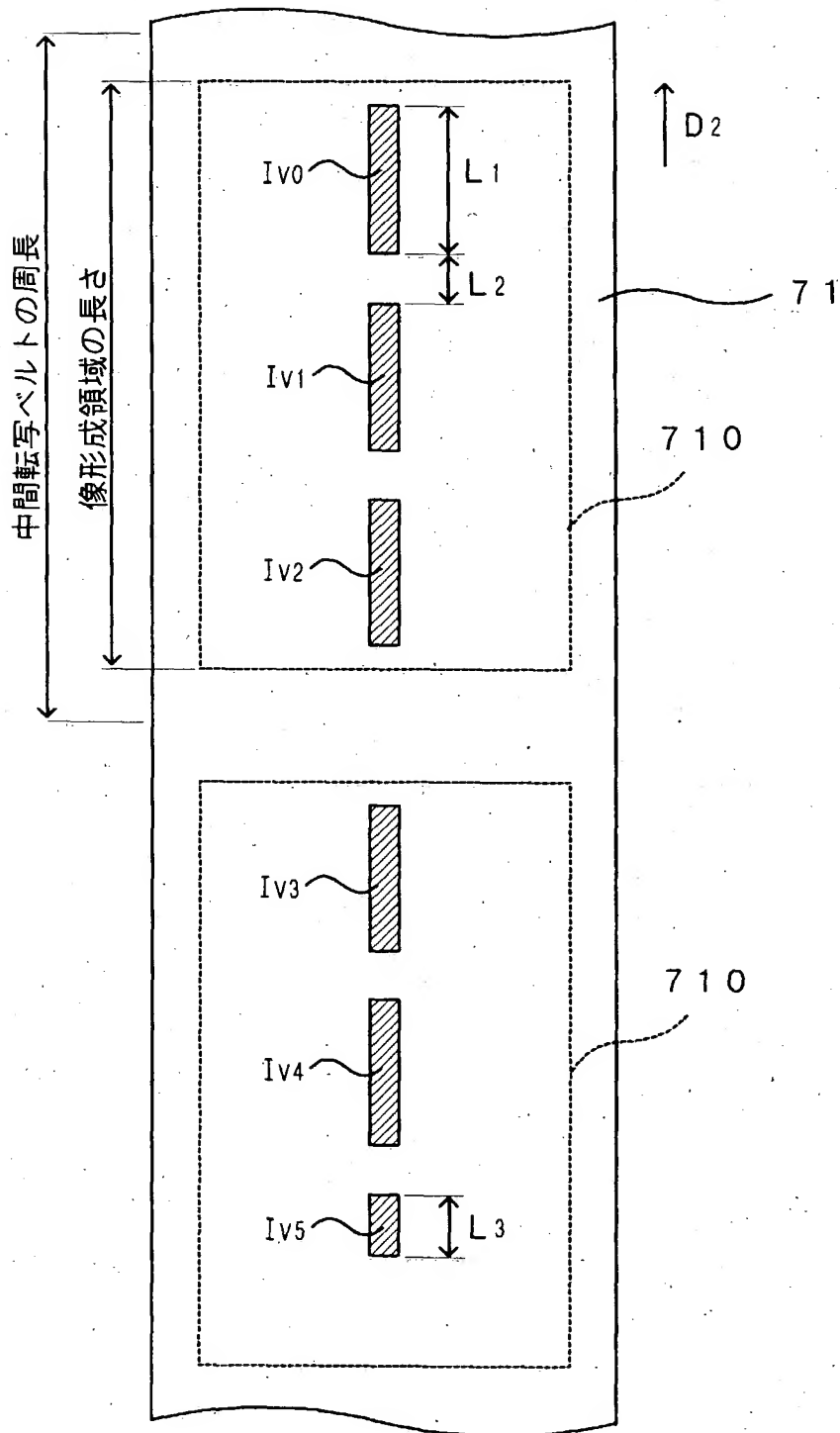
(b) 低濃度用パッチ画像

トナー個性情報 ="0"		現像ローラ回転時間(sec)			
		～1325	～3975	～6625	～10600
ドット カウント 値	～1000000	0.185	0.182	0.181	0.180
	～2000000	0.182	0.181	0.180	0.180
	～6666666	0.181	0.180	0.180	0.180
	～12000000	0.180	0.180	0.180	0.180

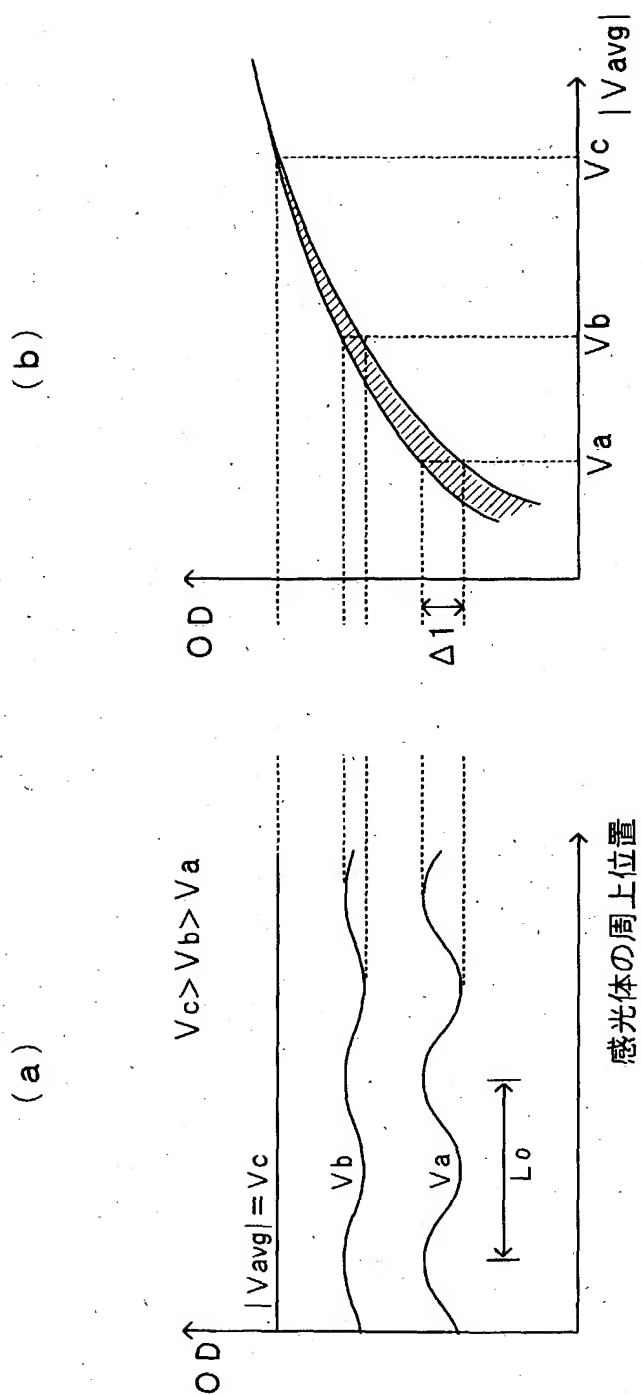
【図 15】



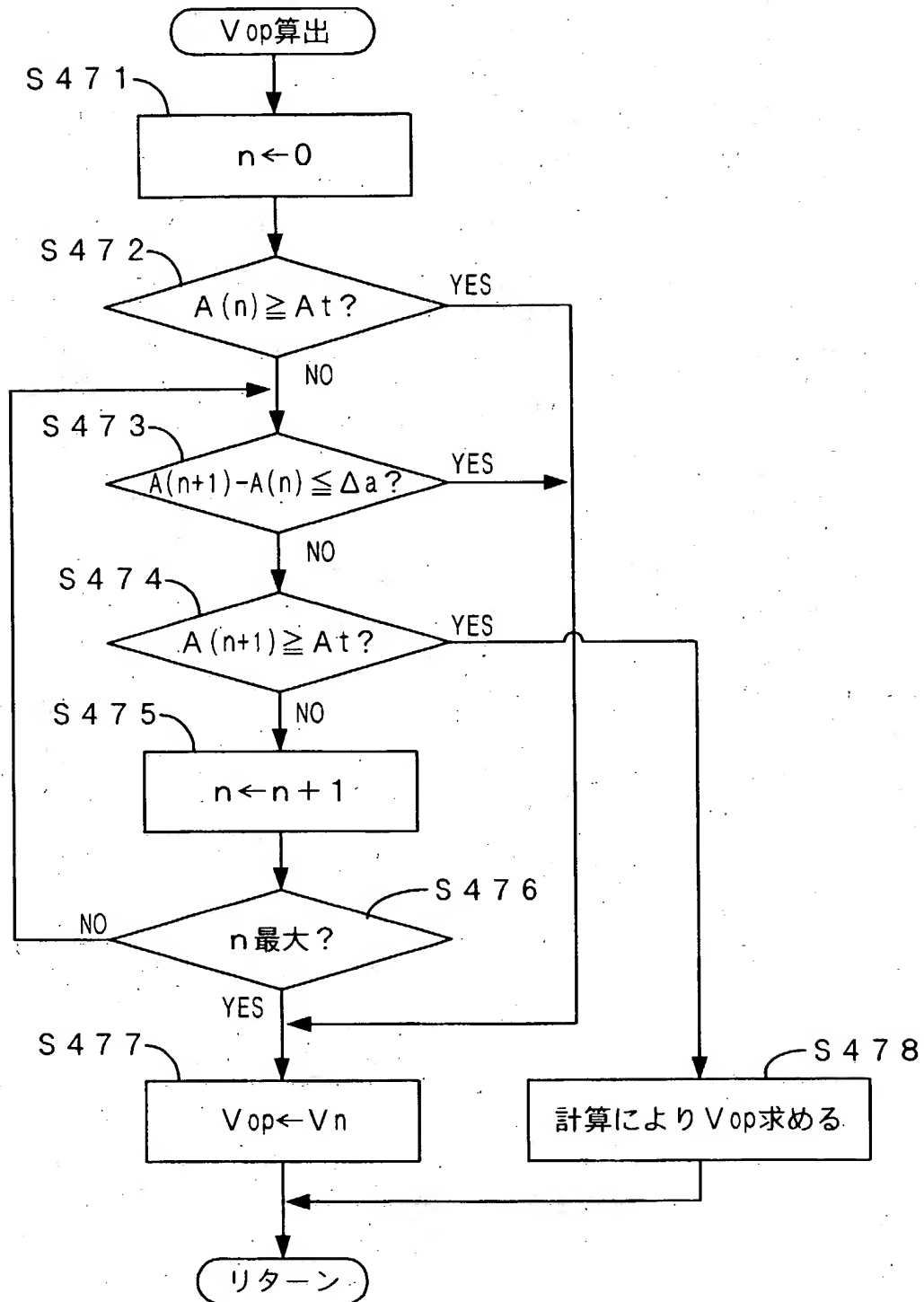
【図 16】



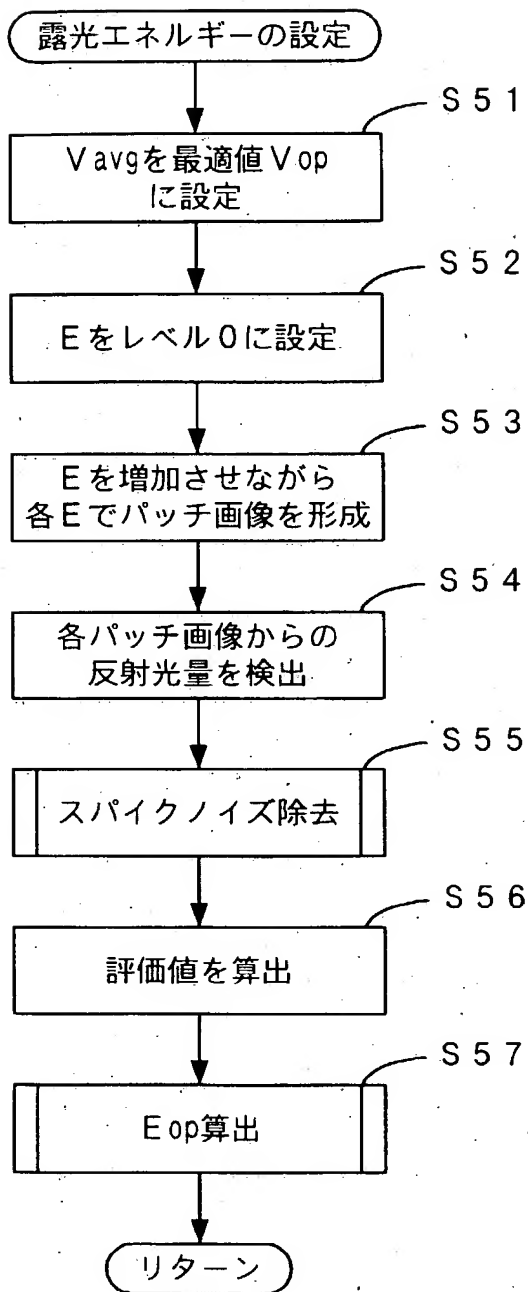
【図 1-7】



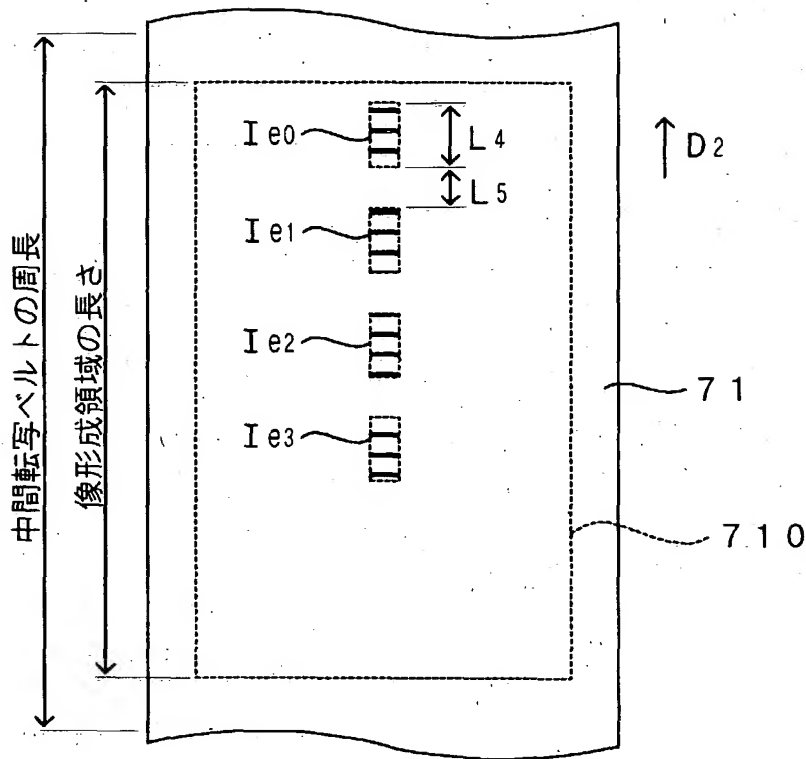
【図 18】



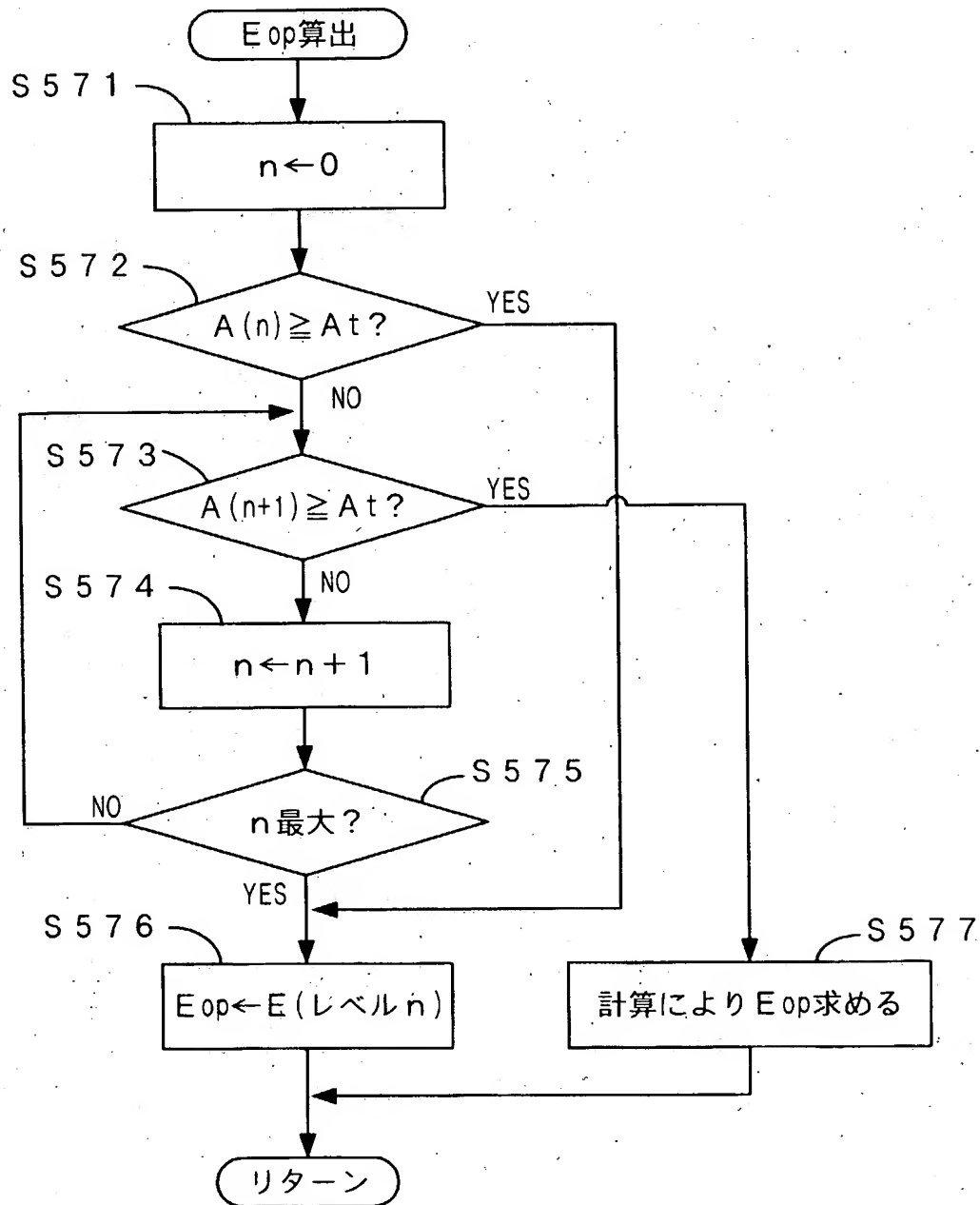
【図 19】



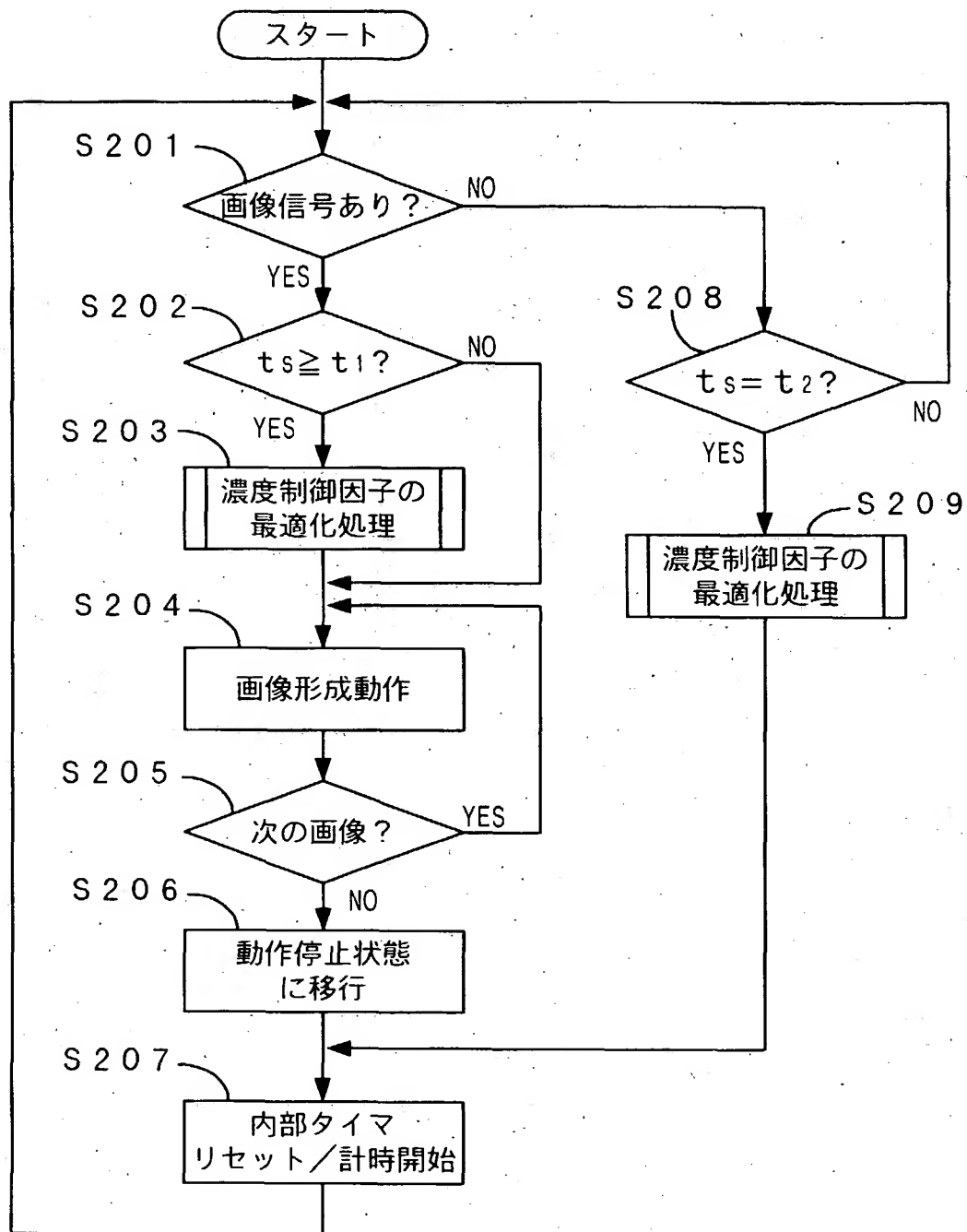
【図 20】



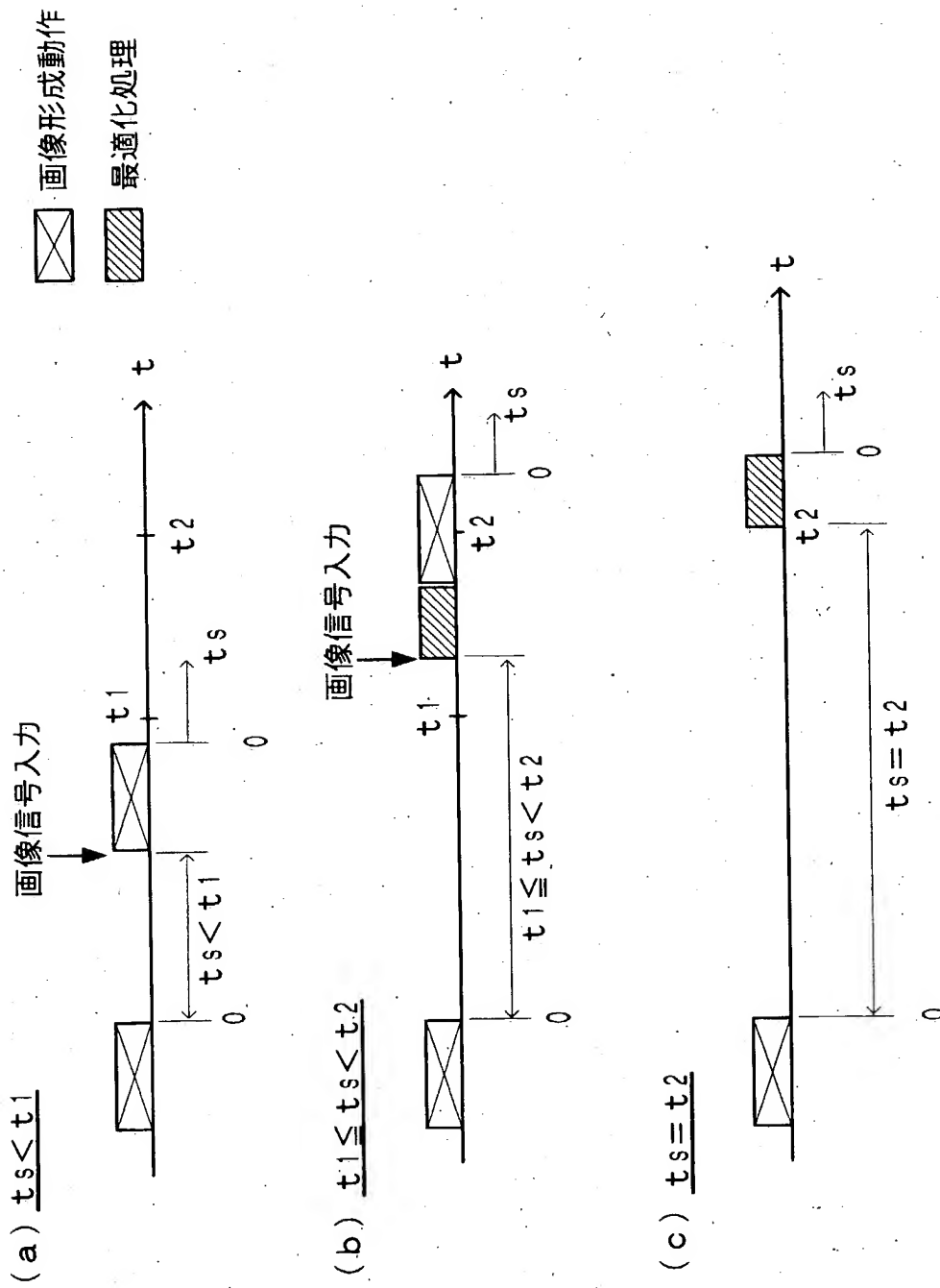
【図 21】



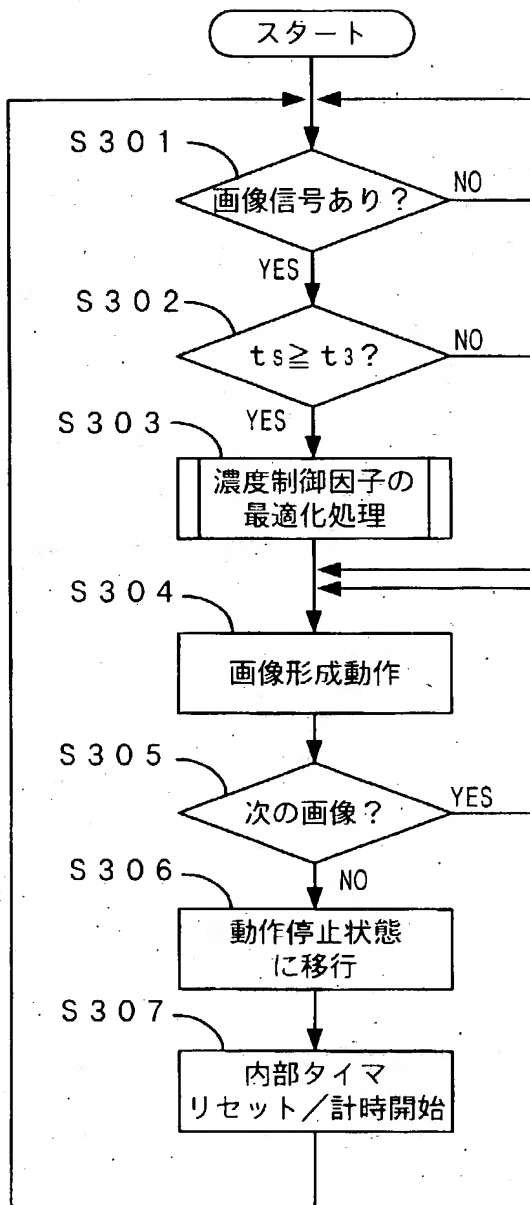
【図 22】



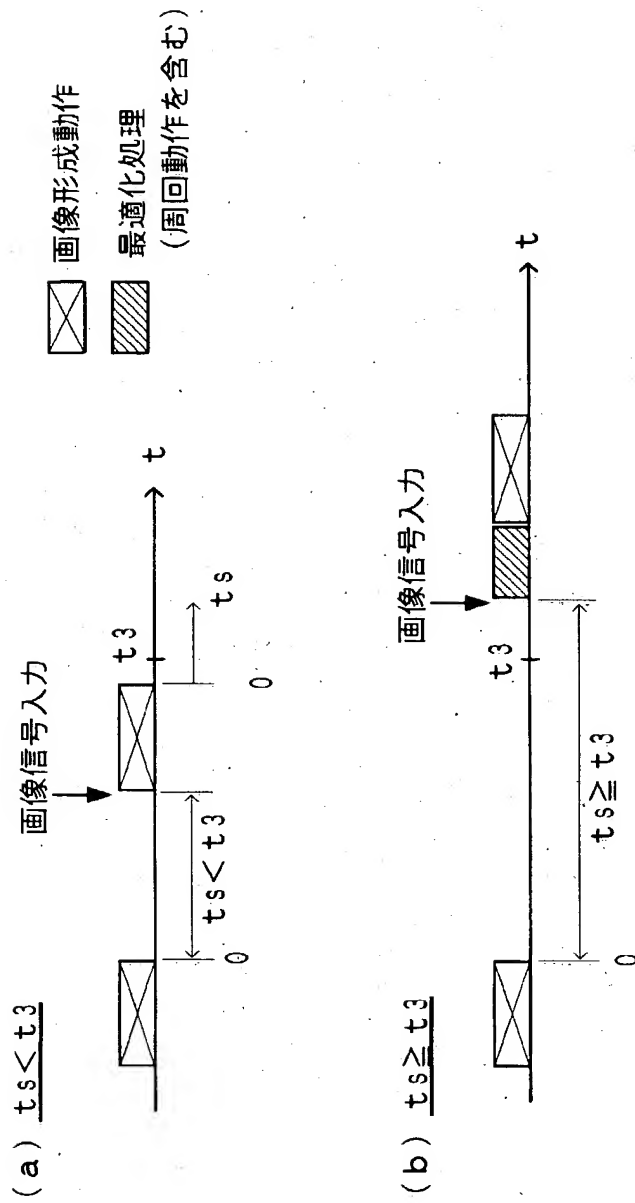
【図 23】



【図 24】



【図 25】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 動作停止状態が長時間にわたり継続することで現れる濃度ムラの発生を抑制し、画質の良好なトナー像を安定して形成する。

【解決手段】 画像形成が終了してからの動作停止時間 t_s の長さにより、その後の動作を異ならせている。動作停止時間 t_s が第 1 休止時間 t_1 に達する前に外部装置から画像信号が入力されたときには、直ちにその画像信号に対応した画像形成を行う（図 2 3（a））。また、動作停止時間が第 1 休止時間 t_1 以上、第 2 休止時間 t_2 未満で画像信号が入力されたときには、パッチ画像形成を含む最適化処理を実行し濃度制御因子を最適化した後に、その画像信号に対応した画像形成を行う（図 2 3（b））。一方、画像信号が与えられないまま動作停止時間 t_s が第 2 休止時間 t_2 に達したときにも濃度制御因子の最適化処理を行う（図 2 3（c））ので、動作停止時間 t_s が第 2 休止時間 t_2 を超えない。

【選択図】 図 2 3

特願 2003-189474

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002369]

1. 変更年月日

1990年 8月20日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名

セイコーエプソン株式会社